

**CELSO PAULO DE AZEVEDO**

**DINÂMICA DE FLORESTAS SUBMETIDAS A MANEJO NA  
AMAZÔNIA ORIENTAL: EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO**

**Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta**

**Co-Orientadores: Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado**

**Dr. José Natalino Macedo  
Silva**

**CURITIBA**

**2006**

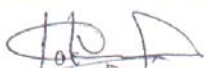


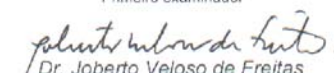
Universidade Federal do Paraná  
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

## PARECER


Defesa nº. 638

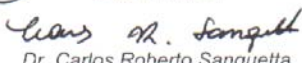
A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) doutorando(a) *Celso Paulo de Azevedo* em relação ao seu trabalho de tese intitulado "***Dinâmica de florestas submetidas a manejo na Amazônia Oriental: experimentação e simulação***", é de parecer favorável à APROVAÇÃO do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Doutor* em Engenharia Florestal, área de concentração em MANEJO FLORESTAL.

  
Dr. João Olegário Pereira de Carvalho  
Embrapa Amazônia Oriental  
Primeiro examinador

  
Dr. Roberto Veloso de Freitas  
Ministério do Meio Ambiente  
Segundo examinador


  
Dr. Edison Batista de Oliveira  
Embrapa Florestas  
Terceiro examinador

  
Dr. Afonso Figueiredo Filho  
Universidade Federal do Paraná  
Quarto examinador

  
Dr. Carlos Roberto Sanquetta  
Universidade Federal do Paraná  
Orientador e presidente da banca examinadora



Curitiba, 13 de janeiro de 2006.

  
Graciela Ines Bolzon de Muniz  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal  
Carlos Roberto Sanquetta  
Vice-Coordenador do Curso

*O lobo viverá com o cordeiro, o leopardo se deitará  
com o bode, o bezerro, o leão e o novilho gordo  
pastarão juntos; e uma criança os guiará.*

*A vaca se alimentará com o urso, seus filhotes se  
deitarão juntos, o leão comerá palha com o boi.*

*A criancinha brincará perto do esconderijo da cobra,  
a criança colocará a mão no ninho da víbora.*

*Ninguém fará nenhum mal, nem destruirá coisa  
alguma em todo meu santo monte, pois a terra se  
encherá do conhecimento do Senhor como as águas  
cobrem o mar.*

*Is 11. 6-8*

À minha esposa Ester;  
Às minhas filhas Laila e Leila;  
Às minhas cunhadas Maria e Dorcas;  
Aos meus pais Paulo e Maria (*in memoriam*);

DEDICO

## **AGRADECIMENTOS**

O nosso agradecimento maior é ao Pai Eterno; sem o nosso Deus nada do que fizemos seria possível. A Jesus seu filho, pelo seu amor. Ao Espírito Santo, doce consolador, nossa gratidão pela superação dos momentos difíceis;

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, pela oportunidade de fazer o curso;

À Embrapa Amazônia Ocidental e a Universidade Estadual do Amazonas (UEA), pelo apoio e autorização para melhorar a minha qualificação acadêmica e profissional;

A Embrapa Amazônia Oriental, através do Projeto Bom Manejo (Embrapa/CIFOR/ITTO) – Manejo sustentável de florestas de produção em escala comercial na Amazônia brasileira, que substituiu o projeto inicial “Técnicas de manejo para florestas tropicais úmidas da Amazônia visando rendimento sustentado” e ao Grupo Orsa, pelo apoio logístico e financeiro e por ceder o banco de dados;

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), pela concessão de bolsa de estudo;

Ao Prof. Dr. Carlos Roberto Sanquetta, que me guiou por todo o processo, obrigado por gostar do meu trabalho e me ter dado a oportunidade;

Ao Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado, um amigo há mais de vinte anos, gentil, que continua desenvolvendo com brilhantismo a missão de ensinar. Você me deu ótimos conselhos;

Ao Dr. José Natalino Macedo Silva e Dr. João Olegário Pereira de Carvalho, por terem acreditado em mim e disponibilizado mais de vinte anos de suas vidas;

À Banca examinadora, Dr. João Olegário Pereira de Carvalho, Dr. Edílson Batista de Oliveira, Prof. Dr. Afonso Figueiredo Filho, Prof. Dr. Joberto Veloso de Freitas, Prof. Dr. Sylvio Péllico Netto e Dra. Yeda Maria Malheiros de Oliveira, pelas correções e valiosas sugestões, que ajudaram a melhorar este trabalho;

Aos identificadores botânicos Nilson e Domingos pelo precioso auxílio na

identificação de material botânico em campo;

Ao Engenheiro Florestal, M.Sc. Marcelo Santos Melo, pela amizade e ajuda durante a coleta de dados na Floresta da Jari e ao Engenheiro Florestal, M.Sc. Carlos Alberto de Souza Nogueira, pela amizade e por completar a equipe de campo nos finais de semana e feriados;

Aos funcionários e prestadores de serviço da Jari Celulose: Dra. Kátia, Dr. Júpter, Dr. Marcos, Walter, Niel, Alfredo, Carlinhos, Claudomiro, Gilson, Oséias e Gilvan, pela valiosa contribuição durante a coleta de dados;

Ao projeto Dendrogene, na pessoa do Dr. Milton Kanashiro, Dr. Ian Thompson e Dr. Paul Phillips, pelo apoio, confiança e treinamento no uso avançado do SAS e do SYMFOR.

À bolsista Milena, do Laboratório de Inventário Florestal (LIF) da UFPR pela ajuda durante a análise dos dados;

Ao pessoal do Setor de Recursos Humanos, às Bibliotecárias, da Embrapa Florestas e Embrapa Amazônia Ocidental, pela atenção e presteza a nós dispensadas;

Aos funcionários da Secretaria de Pós-Graduação em Engenharia Florestal/UFPR, Reinaldo Mendes de Souza, Elinor do Rocio Ladanivski Gorin e David Teixeira de Araújo, sempre atenciosos e prestativos em nos atender;

Aos irmãos das Igrejas Presbiteriana do Crespo (Manaus-AM) e Batista do Bacacheri - IBB (Curitiba-PR), pelas orações;

As células da IBB de que participei. Testemunho claro de como Deus nos socorre nos momentos de maior dificuldade, obrigado por suas preces e apoio;

Ao casal Kalil e Geovanita, pela amizade e confiança;

A Laila e a Leila, as duas melhores crianças do mundo. Obrigado por darem ao papai tempo para escrever;

A Ester, o amor da minha vida, minha esposa, a mulher com quem me casei no dia 3 de janeiro de 1986 e que carinhosamente dediquei esta tese, pela sua cota de sofrimento;

Enfim, a todos que me ajudaram a chegar até aqui, minha profunda gratidão.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

CELSO PAULO DE AZEVEDO, filho de Paulo Azevedo (†) e de Maria José da Costa Azevedo (†), nasceu em Manaus, estado do Amazonas, no dia 27 de dezembro de 1958.

Estudou o Ensino Fundamental na Escola de 1º Grau Carvalho Leal e no Colégio Estadual Ruy Araújo e o Ensino Médio no Colégio Estadual Benjamin Constant.

Em 1979, iniciou o Curso de Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, graduando-se em julho de 1982 com o título de Bacharel em Matemática.

Em 1981, iniciou o Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Amazonas, sendo transferido em 1983 para a Universidade Federal do Paraná, onde graduou-se em setembro de 1985 com o título de Engenheiro Florestal.

Participou, em 1988, do II Curso de Especialização em Metodologia de Avaliação de Impactos Ambientais, em nível de Pós-graduação (Latu-Sensu), promovido pela Universidade Federal do Amazonas, com a cooperação da Universidade do Tennessee.

No período de 1980 a 1990, foi professor da rede estadual de ensino, em Manaus.

De outubro de 1985 a março de 1987, prestou serviços ao Projeto “Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais” – INPA/WWF (World Wildlife Found).

Em março de 1987 foi contratado pelo Departamento de Engenharia Florestal do Instituto de Tecnologia da Amazônia (UTAM), hoje Universidade Estadual do Amazonas (UEA), como Professor Auxiliar de Ensino. Atualmente, é Professor Adjunto IV.

Em 1990, iniciou o Mestrado em Ciência Florestal, no Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, na área de concentração em Manejo Florestal, concluindo-o em 1992.

Em 1994, ingressou na Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus-AM, por meio de Concurso Público, onde exerce a atividade de pesquisa na área de Silvicultura e Manejo Florestal.

Em abril de 2003, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná, com a obtenção do título de “Doutor em Engenharia Florestal”, área de concentração em Manejo Florestal, em janeiro de 2006.

## SUMÁRIO

|   |       |
|---|-------|
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....   | xi    |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....   | xv    |
| <b>RESUMO</b> .....   | xvii  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | xviii |
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 1     |
| 1.1 OBJETIVO GERAL.....   | 4     |
| 1.1.1 Objetivos Específicos.....  | 4     |
| <b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                                    | 6     |
| 2.1 MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL.....                                   | 6     |
| 2.1.1 Práticas no Brasil e no Mundo Tropical.....                       | 6     |
| 2.1.1.1 Sistemas desenvolvidos nas florestas tropicais brasileiras..... | 7     |
| 2.1.2 Evolução – Conceitos – Perspectivas.....                          | 7     |
| 2.2 INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO.....                                  | 11    |
| 2.3 MODELOS DE SIMULAÇÃO.....   | 15    |
| 2.3.1 Modelos de Prognose de Crescimento e Produção.....                | 15    |
| 2.3.2 Modelos de Simulação para a Amazônia.....                         | 16    |
| 2.3.2.1 SYMFOR (SIMFLORA).....  | 16    |
| 2.3.2.1.1 Crescimento.....  | 17    |
| 2.3.2.1.2 Recrutamento.....   | 19    |
| 2.3.2.1.3 Mortalidade.....  | 19    |
| 2.3.2.1.4 Outras funções.....   | 20    |
| 2.3.2.1.5 Parametrização do SYMFOR (SIMFLORA).....                      | 21    |
| 2.4 CRESCIMENTO E INCREMENTOS DE FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS.....        | 22    |
| 2.5 RECRUTAMENTO E MORTALIDADE EM FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS.....       | 24    |
| 2.6 ÍNDICES DE DIVERSIDADE E SIMILARIDADE.....                          | 25    |
| 2.7 EXPLORAÇÃO FLORESTAL E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS.....              | 26    |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODO</b> .....  | 29    |
| 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....                           | 29    |
| 3.1.1 Histórico da Área de Estudo.....                                  | 29    |
| 3.1.1.1 Inventário pré-exploratório.....                                | 31    |
| 3.1.1.2 Exploração florestal.....                                       | 31    |
| 3.1.1.3 Tratamento silvicultural.....                                   | 32    |
| 3.1.2 Delineamento Experimental.....                                    | 34    |
| 3.2 MONITORAMENTO DA FLORESTA.....                                      | 36    |
| 3.2.1 Procedimentos de Medição.....                                     | 37    |
| 3.2.1.1 Número da árvore.....   | 37    |
| 3.2.1.2 Classe de identificação do fuste – CIF.....                     | 38    |
| 3.2.1.3 Medição do diâmetro.....  | 38    |
| 3.2.1.4 Identificação botânica.....                                     | 39    |
| 3.2.1.5 Iluminação da copa.....   | 39    |
| 3.2.1.6 Forma da Copa.....  | 39    |



|  |           |
|--|-----------|
| 3.2.1.7 Presença e efeito dos Cipós.....   | 39        |
| 3.2.1.8 Situação silvicultural.....  | 40        |
| 3.2.1.9 Coordenadas cartesianas.....   | 40        |
| 3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....   | 40        |
| 3.3.1 Estrutura da Floresta.....   | 40        |
| 3.3.1.1 Diversidade florística.....  | 40        |
| 3.3.1.2 Similaridade florística.....   | 41        |
| 3.3.1.3 Dinâmica da floresta.....  | 42        |
| 3.3.2 Testes Estatísticos.....   | 45        |
| 3.3.2.1 Análise de variância de dados repetidos no tempo – Medições Repetidas<br>(von ENDE 2001; MOSER et. al., 1990).....                               | 45        |
| 3.3.3 Agrupamento Ecológico de Espécies.....   | 47        |
| 3.3.3.1 Análise de Cluster: Espécies mais Populosas.....   | 47        |
| 3.3.3.2 A Análise Discriminante: Espécies menos Populosas.....   | 48        |
| 3.3.3.3 Método Subjetivo: Acrescentando os Grupos Taxonômicos Restantes aos<br>Grupos Formados.....  | 48        |
| 3.4 MODELO DE CRESCIMENTO.....   | 48        |
| 3.4.1 Equações Diferenciais de Primeira Ordem.....   | 48        |
| 3.4.1.1 Formulação e solução do modelo.....  | 49        |
| 3.4.2 O Modelo SYMFOR (SIMFLORA).....  | 53        |
| 3.4.2.1 Parametrização do modelo (O Modelo Ecológico).....   | 53        |
| 3.4.2.2 Modelo Silvicultural.....  | 56        |
| 3.4.2.3 Validação do modelo.....   | 57        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>  | <b>59</b> |
| 4.1 EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E DOS TRATAMENTOS<br>SILVICULTURAIS NA DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E DINÂMICA DE<br>CRESCIMENTO DA FLORESTA DA JARI..... | 59        |
| 4.1.1 Exploração Florestal e Tratamento Silvicultural.....   | 59        |
| 4.1.1.1 Exploração florestal.....  | 59        |
| 4.1.1.2 Tratamentos silviculturais.....  | 61        |
| 4.1.1.3 Danos causados pela exploração florestal a vegetação remanescente.....   | 65        |
| 4.1.2 Composição de Espécies e Similaridade Florística.....  | 68        |
| 4.1.2.1 Similaridade florística.....   | 71        |
| 4.1.2.2 Diversidade.....   | 74        |
| 4.1.2.2.1 Análise de variância com medida repetida no tempo.....   | 74        |
| 4.1.3 Estrutura e Dinâmica da Floresta.....  | 82        |
| 4.1.3.1 Povoamento total líquido - Incluindo ingresso e mortalidade.....   | 82        |
| 4.1.3.2 Povoamento total bruto - Sem incluir ingresso e mortalidade.....   | 98        |
| 4.1.3.3 Povoamento comercial líquido - Incluindo ingresso e mortalidade.....   | 103       |
| 4.1.3.4 Povoamento comercial bruto - Sem ingresso e mortalidade.....   | 115       |
| 4.1.3.5 Discussões gerais.....   | 120       |
| 4.1.3.5.1 Povoamento total e comercial líquido.....  | 120       |
| 4.1.3.5.2 Povoamento total e comercial bruto.....  | 127       |
| 4.2 EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E DOS TRATAMENTOS<br>SILVICULTURAIS NO AGRUPAMENTO ECOLÓGICO DE ESPÉCIES<br>NA FLORESTA DA JARI.....                 | 128       |

|   |     |
|---|-----|
| 4.2.1 Análise de Cluster: Espécies mais Populosas.....  | 128 |
| 4.2.2 Análise Discriminante: Espécies menos Populosas.....  | 129 |
| 4.2.3 Estágio Subjetivo.....  | 131 |
| 4.2.4 Espécies Dominantes em cada Grupo.....  | 131 |
| 4.2.5 Influência dos Tratamentos no Agrupamento de Espécies.....  | 133 |
| 4.3 EFEITO DA EXTRAÇÃO DE MADEIRA E DE TRATAMENTOS<br>SILVICULTURAIS NA PROJEÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA<br>COM BASE EM EQUAÇÕES DIFERENCIAIS..... | 137 |
| 4.3.1 Ingresso.....   | 137 |
| 4.3.2 Projeção da Distribuição Diamétrica.....  | 138 |
| 4.4 SYMFOR (SIMFLORA).....  | 153 |
| 4.4.1 Avaliação e Validação do Modelo.....  | 154 |
| 4.4.2 Estratégia de Manejo.....   | 165 |
| <b>5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES</b> .....  | 170 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 172 |
| <b>APÊNDICES</b> .....  | 180 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| TABELA 1 - CÓDIGOS USADOS PARA CLASSE DE IDENTIFICAÇÃO DO FUSTE DE ÁRVORES.....   | 38 |
| TABELA 2 - COMPONENTES DE VARIÂNCIA DO MODELO EXPERIMENTAL.....   | 46 |
| TABELA 3 - ANOVA DE MEDIDAS REPETIDAS.....  | 46 |
| TABELA 4 - OS VALORES DOS PARÂMETROS NA EQUAÇÃO DO ÍNDICE DE COMPETIÇÃO ABSOLUTO COMO UMA FUNÇÃO DE DIÂMETRO.....   | 54 |
| TABELA 5 - MÍNIMO E MÁXIMO VALORES DE COMPETIÇÃO INDEPENDENTE DO DIÂMETRO PARA AS DIFERENTES CLASSES DE COMPETIÇÃO USADO NO AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES.....  | 54 |
| TABELA 6 - MÍNIMO NÚMERO DE ÁRVORES POR ESPÉCIES NAS PARCELAS.....  | 54 |
| TABELA 7 - SUMARIO DAS CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS DE ESPÉCIES.....  | 55 |
| TABELA 8 - PARÂMETROS PARA O MODELO DE CRESCIMENTO E RESPECTIVO $R^2(\%)$ .....   | 55 |
| TABELA 9 - VALORES DOS PARÂMETROS PARA O MODELO DE RECRUTAMENTO   | 56 |
| TABELA 10 - PARÂMETROS PARA O MODELO DE MORTALIDADE.....  | 56 |
| TABELA 11 - MÓDULO SILVICULTURAL DO SYMFOR.....   | 57 |
| TABELA 12 - PARÂMETROS SILVICULTURAIS DO SYMFOR.....  | 58 |
| TABELA 13 - RESULTADOS DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA REALIZADA EM CADA TRATAMENTO NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI.....  | 59 |
| TABELA 14 - CARACTERÍSTICAS DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS REALIZADOS EM CADA TRATAMENTO NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI.....  | 62 |
| TABELA 15 - EFETIVIDADE DO ANELAMENTO COM APLICAÇÃO DE ARBORICIDA, POR TRATAMENTO (3HA) NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI.....   | 63 |
| TABELA 16 - ÍNDICES DE DANOS (LEVES MAIS SEVEROS) E DE MORTALIDADE EM CONSEQUÊNCIA DA EXPLORAÇÃO NA VEGETAÇÃO REMANESCENTE, POR HECTARE, POR TRATAMENTO, NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI.....          | 66 |
| TABELA 17 - VARIAÇÃO DA MORTALIDADE AO LONGO DO TEMPO EM CONSEQUÊNCIA DA EXPLORAÇÃO, POR HECTARE E POR TRATAMENTO, NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI.....  | 69 |
| TABELA 18 - MORTALIDADE DE ÁRVORES COMERCIAIS EM CONSEQUÊNCIA DA EXPLORAÇÃO, POR HECTARE E POR TRATAMENTO, NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI.....  | 69 |
| TABELA 19 - TESTE DE ESFERICIDADE DE MAUCHLY PARA O NÚMERO DE ESPÉCIES (S).....   | 75 |
| TABELA 20 - MANOVA DAS INTERAÇÕES BLOCO*TEMPO E TRATAMENTO*TEMPO E O EFEITO DO TEMPO PARA O NÚMERO DE ESPÉCIES (S).....   | 75 |
| TABELA 21 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA O NÚMERO DE ESPÉCIES (S) (PARCELA SUBDIVIDIDA).....  | 76 |
| TABELA 22 - ANOVA DE CADA CONTRASTE PARA O FATOR TEMPO.....   | 77 |
| TABELA 23 - NÚMERO MÉDIO DE ESPÉCIES POR HECTARE E POR TRATAMENTO ENTRE OS ANOS DE MONITORAMENTO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT..... | 78 |
| TABELA 24 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA OS ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE SHANNON ( $H'$ ), ALFA DE FISHER E ÍNDICE DE EQUABILIDADE (J) (PARCELA SUBDIVIDIDA).....                                    | 79 |

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 25 - ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON (H') POR TRATAMENTO ENTRE OS ANOS DE MONITORAMENTO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT.....   | 80  |
| TABELA 26 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA VOLUME, NÚMERO DE ÁRVORES E DIÂMETRO MÉDIO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 83  |
| TABELA 27 - ÁREA BASAL E VOLUME POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO, PARA O POVOAMENTO TOTAL LÍQUIDO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT.....   | 85  |
| TABELA 28 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME (PARCELA SUBDIVIDIDA).....  | 88  |
| TABELA 29 - INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL ( $m^2 \cdot ano^{-1}$ ) E VOLUME ( $m^3 \cdot ano^{-1}$ ), POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO, NA FLORESTA DA JARI. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT..... | 90  |
| TABELA 30 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....  | 92  |
| TABELA 31 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA TAXA DE INGRESSO (%), TAXA DE MORTALIDADE (m), TEMPO DE MEIA VIDA ( $t_{0,5}$ ) E BALANÇO LÍQUIDO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....  | 93  |
| TABELA 32 - EFEITO DAS INTERVENÇÕES NA MORTALIDADE DE ÁRVORES, EM CADA TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO. TAXA DE MORTALIDADE MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT, NA FLORESTA DA JARI.....                          | 96  |
| TABELA 33 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA ÁREA BASAL, VOLUME E DIÂMETRO MÉDIO CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 99  |
| TABELA 34 - ÁREA BASAL, VOLUME E DIÂMETRO MÉDIO POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO, PARA O POVOAMENTO TOTAL BRUTO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, EM CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT.....   | 100 |
| TABELA 35 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 101 |
| TABELA 36 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 102 |
| TABELA 37 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA ÁREA BASAL, VOLUME E DIÂMETRO MÉDIO PARA O POVOAMENTO COMERCIAL CONSIDERANDO O CRESCIMENTO LÍQUIDO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 104 |
| TABELA 38 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME PARA ÁRVORES COMERCIAIS CONSIDERANDO O CRESCIMENTO LÍQUIDO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 107 |

|  |     |
|--|-----|
| TABELA 39 - INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO, PARA O POVOAMENTO COMERCIAL LÍQUIDO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, EM CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT.....           | 109 |
| TABELA 40 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME PARA ÁRVORES COMERCIAIS CONSIDERANDO O CRESCIMENTO LÍQUIDO TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 110 |
| TABELA 41 - INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL E VOLUME POR TRATAMENTO TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO, PARA O POVOAMENTO COMERCIAL LÍQUIDO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, EM CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT.....                       | 111 |
| TABELA 42 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA TAXA DE INGRESSO (%), TAXA DE MORTALIDADE (m) E BALANÇO LÍQUIDO PARA AS ÁRVORES COMERCIAIS (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 112 |
| TABELA 43 - EFEITO DAS INTERVENÇÕES NA MORTALIDADE DE ÁRVORES COMERCIAIS, EM CADA TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO. TAXA DE MORTALIDADE MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT, NA FLORESTA DA JARI..... | 114 |
| TABELA 44 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA ÁREA BASAL, VOLUME E DIÂMETRO MÉDIO PARA O POVOAMENTO COMERCIAL CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 116 |
| TABELA 45 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME PARA ÁRVORES COMERCIAIS CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 118 |
| TABELA 46 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME PARA ÁRVORES COMERCIAIS CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO (PARCELA SUBDIVIDIDA).....   | 121 |
| TABELA 47 - NÍVEL POPULACIONAL POR ESPÉCIE NA FLORESTA DA JARI.....  | 128 |
| TABELA 48 - DESCRIÇÃO DOS CINCO GRUPOS DERIVADOS DAS ESPÉCIES MAIS POPULOSAS ( $N \geq 50$ ) NA FLORESTA DA JARI.....  | 130 |
| TABELA 49 - DESIGNAÇÃO FINAL DAS ESPÉCIES PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE INCREMENTO EM DIÂMETRO PARA FLORESTA DA JARI SUBMETIDA A TREZE REGIMES DE MANEJO.....   | 131 |
| TABELA 50 - NÚMERO E PROPORÇÕES DE ESPÉCIES EM CADA AGRUPAMENTO DE ECOLÓGICO DE ESPÉCIES POR TRATAMENTO SILVICULTURAL  | 134 |
| TABELA 51 - VARIAÇÃO DA TAXA DE CRESCIMENTO, POR TRATAMENTO PARA CADA AGRUPAMENTO. VALORES SEGUIDOS DA MESMA LETRA PARA O MESMO GRUPO NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY AO NÍVEL 1% DE PROBABILIDADE.....   | 135 |
| TABELA 52 - NÚMERO DE ÁRVORES QUE MUDARAM DO ESTADO I PARA O ESTADO J, DURANTE O INTERVALO DE 6 ANOS, NO TRATAMENTO 4.....   | 139 |
| TABELA 53 - MATRIZ DE TRANSIÇÃO PROBABILÍSTICA DO ESTADO $i$ PARA O ESTADO $j$ , DURANTE O INTERVALO DE 6 ANO, NO TRATAMENTO 04.   | 140 |
| TABELA 54 - SUMARIZAÇÃO DA DINÂMICA DA POPULAÇÃO DO TRATAMENTO 4.....  | 140 |

|   |     |
|---|-----|
| TABELA 55 - EVOLUÇÃO NO NÚMERO DE ÁRVORES OBSERVADO ( $Y_{if}$ ) E PROJETADO( $Y_i$ ) EM 1984, 1986, 1988, 1990, 1994, 1996 E 2004, POR HECTARE, POR TRATAMENTO E POR CLASSE DE DIÂMETRO..... | 146 |
| TABELA 56 - NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARES E POR TRATAMENTO, ANELADAS QUE MORRERAM EM 1996 E 2004.....  | 150 |
| TABELA 57 - NÚMERO DE ÁRVORES ESTIMADO POR HECTARE E POR CLASSE DE DIÂMETRO PARA O TRATAMENTO 04, CORRIGIDO.....  | 150 |
| TABELA 58 - INCREMENTO PERIÓDICO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETROS ( $\text{cm.ano}^{-1}$ ), POR TRATAMENTO, VERIFICADO NOS PERÍODOS DE MEDIÇÕES SUCESSIVAS (1984 A 2004).....                         | 152 |
| TABELA 59 - VALOR DOS PARÂMETROS DAS OPÇÕES SILVICULTURAIS DO SYMFOR UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO.....   | 155 |
| TABELA 60 - VALORES DOS PARÂMETRO DAS OPÇÕES SILVICULTURAIS DO SYMFOR NA SIMULAÇÃO DO MANEJO TÍPICO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....   | 166 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| FIGURA 1 - AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLAS OCASIÕES .....  | 12  |
| FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS PARCELAS PERMANENTES DA AMAZÔNIA DE ACORDO COM TIPO DE VEGETAÇÃO .....   | 14  |
| FIGURA 3 - AS DIFERENTES ZONAS DE COMPETIÇÃO, PARA UMA ÁRVORE NA ZONA 1 .....  | 18  |
| FIGURA 4 - LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA FLORESTA DA JARI.....   | 30  |
| FIGURA 5 - ÁREA EXPERIMENTAL DA EMBRAPA NA FLORESTA DA JARI .....  | 30  |
| FIGURA 6 - ÁRVORE ANELADA DURANTE A APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS NA FLORESTA DA JARI .....   | 33  |
| FIGURA 7 - CROQUI DO EXPERIMENTO (L – INTENSIDADE LEVE; M – INTENSIDADE MÉDIA; P – INTENSIDADE PESADA) .....   | 36  |
| FIGURA 8 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO BLOCO EXPERIMENTAL E DE UMA PARCELA PERMANENTE DE 1,00HA (100M X 100M) .....   | 37  |
| FIGURA 9 - A - IDENTIFICAÇÃO DA ÁRVORE, B - CLASSE DE IDENTIFICAÇÃO DO FUSTE (CIF), C - PONTO DE MEDIÇÃO DO DIÂMETRO (PDM) .....   | 38  |
| FIGURA 10 - A - ILUMINAÇÃO DA COPA, B - FORMA DA COPA, C - PRESENÇA E EFEITO DE CIPÓS .....  | 40  |
| FIGURA 11 - NÚMERO DE ÁRVORES ANELADAS, DESVITALIZADAS (MORTAS) E SOBREVIVENTES, POR CLASSE DIAMÉTRICA, INCLUINDO TODOS OS TRATAMENTOS - 27 HA (FLORESTA DA JARI) .....  | 64  |
| FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES DANIFICADAS PELA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA, POR CLASSE DIAMÉTRICA, EM CADA TRATAMENTO NA FLORESTA DA JARI .....  | 67  |
| FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES COMERCIAIS DANIFICADAS PELA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA, POR CLASSE DIAMÉTRICA, EM CADA TRATAMENTO NA FLORESTA DA JARI .....   | 68  |
| FIGURA 14 - DENDROGRAMA RESULTANTE DA APLICAÇÃO DO ALGORÍTIMO DE AGRUPAMENTO UPGM AOS VALORES DE SIMILARIDADE CALCULADOS COM O ÍNDICE DE MORISITA ENTRE OS 12 TRATAMENTOS PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO .....                        | 72  |
| FIGURA 15 - ÍNDICE DE EQUABILIDADE (J) POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO .....  | 81  |
| FIGURA 16 - ÍNDICE ALFA DE FISHER POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO .....   | 81  |
| FIGURA 17 - NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR HECTARE PARA TODAS AS ESPÉCIES EM CADA TRATAMENTO E A CADA ANO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI .....   | 86  |
| FIGURA 18 - DIÂMETRO MÉDIO POR HECTARE PARA TODAS AS ESPÉCIES EM CADA TRATAMENTO E A CADA ANO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI .....   | 87  |
| FIGURA 19 - EFEITO DAS INTERVENÇÕES NO INCREMENTO PERÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO DAS ÁRVORES REMANESCENTES, EM CADA TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI .....   | 89  |
| FIGURA 20 - INGRESSOS EM PORCENTAGEM, POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA LORESTA DA JARI, m = MÉDIA.....   | 95  |
| FIGURA 21 - TEMPO DE MEIA VIDA EM ANOS, POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI, m = MÉDIA.....  | 97  |
| FIGURA 22 - BALANÇO LÍQUIDO ( $n \cdot ha^{-1}$ ) POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI, T = TOTAL.....  | 97  |
| FIGURA 23 - DESENVOLVIMENTO DA ÁREA BASAL ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), VOLUME ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ), NÚMERO DE ÁRVORES ( $n \cdot ha^{-1}$ ) E DIÂMETRO MÉDIO (cm) POR TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI..... | 105 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 24 - INGRESSOS EM PORCENTAGEM DE ÁRVORES COMERCIAIS, POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI.....  | 113 |
| FIGURA 25 - BALANÇO LÍQUIDO ( $n \cdot ha^{-1}$ ) POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO PARA ÁRVORES COMERCIAIS NA FLORESTA DA JARI, T = TOTAL.....   | 114 |
| FIGURA 26 - DESENVOLVIMENTO DA ÁREA BASAL ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), VOLUME ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ) E NÚMERO DE ÁRVORES ( $n \cdot ha^{-1}$ ) POR TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO PARA O POVOAMENTO COMERCIAL BRUTO NA FLORESTA DA JARI..... | 117 |
| FIGURA 27 - INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME POR HECTARE PARA O POVOAMENTO COMERCIAL BRUTO EM CADA TRATAMENTO E A CADA ANO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI.....   | 119 |
| FIGURA 28 - DISTRIBUIÇÃO DAS 168 ESPÉCIES NOS CINCO AGRUPAMENTOS FORMADOS.....  | 130 |
| FIGURA 29 - INGRESSO E MORTALIDADE NOS CINCO AGRUPAMENTOS FORMADOS POR INTERVALO DE MONITORAMENTO PARA OS 40 HECTARES AMOSTRADOS NA FLORESTA DA JARI.....   | 136 |
| FIGURA 30 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PORCENTAGEM PARA O MODELO $I = 9,27484 - 0,467592G - 0,00804854N + 4,14433\Delta_T$ .....  | 138 |
| FIGURA 31 - VARIAÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES, DIÂMETRO MÉDIO, ÁREA BASAL E VOLUME (● – OBSERVADO ○ – ESTIMADO).....  | 156 |
| FIGURA 32 - VARIAÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES, DIÂMETRO MÉDIO, ÁREA BASAL E VOLUME PRO GRUPO DE ESPÉCIES. (● – OBSERVADO ○ – ESTIMADO).....   | 157 |
| FIGURA 33 - VARIAÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES, DIÂMETRO MÉDIO, ÁREA BASAL E VOLUME POR GRUPO DE TRATAMENTO (● – OBSERVADO ○ – ESTIMADO).....  | 162 |
| FIGURA 34 - VOLUME REMANESCENTE SIMULADO PARA CINCO COLHEITAS PARA O POVOAMENTO TOTAL ( $DAP \geq 5,0$ cm) COM CICLOS DE CORTES DE 30 ANOS.....   | 167 |
| FIGURA 35 - VOLUME EXPLORADO POR HECTARE EM CADA COLHEITA.....  | 168 |



## RESUMO

**DINÂMICA DE FLORESTAS SUBMETIDAS A MANEJO NA AMAZÔNIA ORIENTAL: EXPERIMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO** - Este estudo foi conduzido com dados do experimento originalmente denominado “*Determinação da intensidade ideal de exploração para fins de manejo policíclico da floresta úmida densa*”, do Projeto Técnicas de Manejo para Florestas Tropicais Úmidas da Amazônia visando Rendimento Sustentado, atualmente Projeto Bom Manejo (Embrapa/CIFOR/ITTO) – Manejo sustentável de florestas de produção em escala comercial na Amazônia brasileira, desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental, na Companhia Florestal Monte Dourado (Jari), município de Vitória do Jari, Estado do Amapá. O delineamento é em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos são combinações de intensidades de exploração com intensidades de desbastes. Foram testadas três intensidades de exploração (15%, 25% e 35%) do volume total das árvores com mais de 60 cm de dap, seguida de quatro níveis de redução de área basal (0%, 30%, 50% e 70% da área basal original). Um tratamento foi utilizado como controle (floresta não explorada). Na área experimental estão locadas 40 parcelas permanentes de um ha (36 exploradas e 4 não exploradas). O povoamento foi medido em 1984, explorado em 1985 e remedido em 1986, 1988, 1990, 1994, 1996 e 2004. São medidas todas árvores  $dap \geq 20$  cm. A regeneração natural é avaliada para os indivíduos com  $5,0 \text{ cm} \leq dap \leq 19,9 \text{ cm}$ . Concluiu-se que os tratamentos aplicados não influenciaram na diversidade de espécies medida pelos Índices de Shannon, Equabilidade e Índice Alfa de Fisher. Exploração de impacto reduzido é boa para floresta, mas não, necessariamente, estimula o crescimento e deve levar a ciclos de corte maiores do que os desejáveis trinta anos. As projeções com auxílio do sistema de equações diferenciais evidenciam que nem os períodos de projeções mais longos (ponto de equilíbrio) serão suficientes para restaurar as condições iniciais do povoamento. A semelhança entre os dados observados e simulados pelo SYMFOR, validou o modelo para representar a dinâmica da floresta não explorada. Na simulação das práticas atuais de manejo aplicadas nas florestas amazônicas sugere-se que os benefícios financeiros diminuem com as sucessivas colheitas e, conseqüentemente, o rendimento de volume de madeira não é sustentável.

**Palavras-chave:** Medições repetidas no tempo; Agrupamento ecológico de espécies; Sistema de equações diferenciais de primeira ordem; Modelo SYMFOR; Amazônia.

## ABSTRACT

**DYNAMICS OF FORESTS UNDER MANAGEMENT IN THE EASTERN AMAZON: EXPERIMENTATION AND SIMULATION** - This study was conducted with data from the experiment "Determination of the ideal harvesting intensity for polycyclic forest management system in tropical forest", which is part of the project Management Techniques for Amazon Tropical Forest aiming at Sustainable Yield, currently Projeto Bom Manejo (Embrapa/CIFOR/ITTO) - Sustainable management of forests of production in commercial scale in the Brazilian Amazon, carried out by Eastern Amazon Embrapa in Monte Dourado Forest Company (Jari) area, Vitória do Jari, State of Amapá, Brazil. The statistical delineation was designed in as random blocks with three replications. The treatments applied are combinations of logging intensities and thinning intensities. Three logging intensities (15%, 25% and 35%) of the total volume of the trees with more than 60 cm of dbh had been tested, followed of four levels of reduction of basal area (0%, 30%, 50% and 70% of the original basal area). A treatment was used as control (represented by unlogged forest). Stand development was monitored through 40 permanent sample plots of 1 ha each (36 logged and 4 unlogged). The stand was measured in 1984, logged in 1985 and remeasured in 1986, 1988, 1990, 1994, 1996 and 2004. All the trees dbh  $\geq 20$  cm are measured and for the natural regeneration saplings 5,0 to 19,9 cm dbh were measured. The results showed that the applied treatments did not influence in the diversity of species measured with Shannon's Indexes, Equitability and Alfa of Fisher's Indexes. Reduced impact logging is good for forest, but not, necessarily, it stimulates the growth and it must take the bigger cycles of cut of the one than desirable the thirty years. The projections with aid of the differential equation system evidence that nor the longer periods of projections (break-even point) will be enough to restore the conditions initial of the stand. The likeness among the observed and simulate data for SYMFOR, validated the model to represent the dynamics of the unlogged forest. In the simulation of the current management practice applied to the Amazon forests, it is suggested that the financial benefits decrease with successive harvest and, consequently, the timber volume cannot be sustained.

**Key-words:** Time repeated-measures analysis; Species ecological grouping; First order differential equation system; SYMFOR model; The Amazon.

## 1 INTRODUÇÃO

O grande desafio para as populações que vivem na Amazônia é conciliar seu desenvolvimento econômico com a conservação das funções vitais dos ecossistemas florestais. Nos últimos anos há um interesse crescente por parte das comunidades, indústrias e governo na promoção de sistemas florestais de gestão diversificada que incluam além da madeira, outros produtos e benefícios derivados das florestas como ferramenta para conservar os ecossistemas florestais.

A definição de Manejo Florestal deixou de ser puramente técnica e com significado somente para os florestais. Manejo Florestal passou a ser entendido dentro do contexto da “Agenda 21”, que trata de orientar a atividade do homem e das futuras gerações com base no desenvolvimento sustentável. Não basta, portanto, no manejo florestal um fluxo contínuo de produtos através dos tempos. Além disso, todas as instituições da sociedade, principalmente as empresas, devem adotar códigos de ética sérios para seu progresso, dentro do contexto de uma sociedade decente e do princípio de responsabilidade.

Atualmente, há um rico debate na sociedade brasileira sobre o futuro da Amazônia. Nessas discussões, pesquisadores, tomadores de decisão, agentes econômicos, lideranças sociais e organizações ambientais têm reconhecido a vocação florestal dessa importante porção de nosso território. Todos consideram que é possível assegurar o desenvolvimento da região e, ao mesmo tempo, garantir a conservação de seu imenso patrimônio natural.

UHL et al. (1995) acreditam que o desenvolvimento auto-sustentado do setor florestal na Amazônia evoluirá, gradualmente, ao longo do tempo e será marcado por cinco passos ou níveis de reconhecimento do valor da floresta, conforme descrito a seguir.

**Nível 1: desperdício de madeira nas serrarias.** Até recentemente, a madeira era abundante e barata na Amazônia. Deste modo, havia pouca motivação para reduzir o desperdício no seu processamento. À medida que a madeira foi se tornando mais escassa nos velhos centros madeireiros e o seu valor aumentou, os

empresários passaram a prestar atenção nas sugestões para reduzir o desperdício. A preocupação com o valor do recurso é o primeiro passo em direção a práticas mais sustentáveis de exploração florestal.

**Nível 2: desperdícios nas operações madeireiras na floresta.** Cerca de 7 m<sup>3</sup> de madeira por hectare são literalmente deixados para trás na floresta. Isto porque os operadores de máquinas não conseguem localizar as árvores derrubadas. Essa é uma estatística alarmante para muitas companhias madeireiras e pode motivá-las a adotar o inventário florestal e o mapeamento das árvores a serem exploradas para evitar essa perda. Os desperdícios também estão relacionados com técnicas de derrubada, traçamento e arraste. Muitas árvores jovens de valor comercial são danificadas desnecessariamente nessas operações. Levar em consideração estas técnicas é avançar um passo na apreciação do valor do recurso.

**Nível 3: limites dos ciclos de corte.** Há uma década atrás, acreditava-se que uma mesma área poderia ser explorada novamente após um período de dez anos. Recentemente, os madeireiros mais antigos puderam observar, pela primeira vez, que isso não aconteceu. Se eles tiverem uma visão empresarial estarão prontos para adotar o manejo quando estiverem informados de que sem manejo, os ciclos de corte serão superiores a 70 anos, enquanto que práticas de planejamento da exploração e tratamentos silviculturais podem reduzi-los para 30 ou 40 anos.

**Nível 4: valor dos produtos florestais não-madeireiros.** Como empresários, os madeireiros deverão perceber que a floresta tem muito mais a oferecer além da madeira. A riqueza florestal inclui produtos não-madeireiros - óleos, resinas, fibras, frutos entre outros - que também podem ser manejados, aumentando a renda gerada com os investimentos do manejo da floresta.

**Nível 5: serviços do ecossistema.** O passo final nesta progressão é o reconhecimento de que as florestas prestam muitos serviços valiosos para a coletividade que, no entanto, não têm valor comercial, tais como: a manutenção da hidrologia (evitando o aumento da incidência de enchentes), a proteção da biodiversidade e a estocagem de carbono (a liberação de carbono contribui para o

aquecimento global).

Um dos maiores impactos sobre a Floresta Tropical hoje, é a extração seletiva de madeira, a qual altera, mas não destrói a floresta. A alteração da cobertura natural da floresta e a criação de clareiras, pela queda e remoção de árvores, assemelha-se à dinâmica natural das florestas (WHITMORE, 1997). Segundo o raciocínio desse autor, as plantas e animais que constituem um particular ecossistema florestal são aqueles que prosperam (sobrevivem, crescem, reproduzem), dentro de determinado regime de interferência na floresta e a única forma de manter a composição florística de determinada floresta é tornar a interferência humana através da exploração de madeira semelhante ao regime de distúrbios naturais. Sabe-se que é possível orientar a derrubada, controlar o tamanho de clareira e com isso garantir uma sucessão florestal similar a original (HIGUCHI et al., 1997).

É bem reconhecido que, para se utilizar racionalmente a Floresta Amazônica, devem ser aplicadas técnicas de manejo adequadas, seguidas do monitoramento do crescimento da floresta residual, para as futuras colheitas da floresta, através do manejo policíclico (SILVA, 1989). Porém, aliado ao desenvolvimento das técnicas de manejo, pesquisas básicas devem ser desenvolvidas para um melhor entendimento do processo de recuperação da floresta.

Apesar do avanço nas pesquisas em manejo na Amazônia (HIGUCHI, 1987, 1994; SOUZA, 1989; SILVA, 1989; SOUZA e JARDIM, 1993, EMBRAPA, 1997), ainda falta suporte de pesquisas básicas para uma melhor compreensão dos aspectos ecológicos, inerentes ao processo de recuperação de uma floresta manejada para os próximos ciclos de corte e carências de experiências práticas de manejo florestal.

Embora a legislação brasileira estabeleça que a Floresta Amazônica deva ser explorada sob o princípio do rendimento sustentável, falta estabelecer intensidades de exploração que sejam economicamente viáveis e ecologicamente aceitáveis e isto é determinado pelo ritmo de crescimento de cada espécie, que depende da biologia, da fotossíntese, da abertura de clareiras devido à exploração e da dinâmica do povoamento (composição de espécies, distribuição espacial, suscetibilidade à

exploração, mortalidade, ingresso, crescimento e incrementos) em área sob manejo florestal sustentável.

O governo criou o Programa Nacional de Florestas – PNF (Decreto nº 3.240, de 20/04/2000) que compreende os diversos aspectos de ocupação, do uso e exploração e da conservação para a Floresta Amazônica. Os principais objetivos do Programa são: promover o desenvolvimento florestal sustentável, conciliando a exploração com a proteção dos ecossistemas; compatibilizar a Política Nacional de Florestas com as demais políticas públicas do governo; ampliar o mercado interno e externo; e estimular o fortalecimento institucional do setor (BRASIL FLORESTAL, 2001).

Este esboço é uma tentativa de resposta à tendência que se pronuncia de queda da produção madeireira do Sudeste Asiático e da perspectiva do Brasil, via Amazônia, ocupar este espaço. O problema é: como? E isto só é possível com o auxílio da ciência. Porém, há carência de pesquisas básicas relacionadas a estudos de dinâmica e entendimento do processo de recuperação da floresta manejada.

Dinâmica da floresta pode resumir-se no entendimento do comportamento das taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade, em condições naturais e sob manejo. Essas informações são fundamentais para definição do ciclo de corte do manejo florestal, intensidade de colheita e para prescrição de tratamentos silviculturais nas florestas manejadas (ROCHA, 2001); nos informa também qual é a resposta da floresta ao sistema de manejo aplicado.

A crescente pressão da sociedade em consumir apenas produtos oriundos de planos de manejo florestal em regime de rendimento sustentável implica numa grande expectativa em torno das informações resultantes deste tipo de projeto de pesquisa, objetivando, principalmente, entender as respostas do ecossistema florestal tropical aos diversos tipos de interferência nele praticados.

Neste trabalho estudou-se o efeito de diferentes níveis de exploração e tratamentos silviculturais sobre a dinâmica da floresta remanescente, na definição de agrupamento ecológico e funcional de espécies, na simulação da dinâmica de

crescimento da floresta através sistema de equações diferenciais de primeira ordem e na eficiência do modelo SYMFOR (SIMFLORA) para atender à necessidade do profissional que a maneja.

A dinâmica da floresta tropical e a complexidade do seu ecossistema, sob manejo, deve ser entendida a fim de se planejar a utilização sustentável e a conservação de seus recursos.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Conhecer a capacidade de recuperação de uma floresta submetida a diferentes intensidades de exploração, através da análise da dinâmica da floresta, pelo estudo da diversidade de espécies e pelo emprego de modelos de crescimento.

### 1.1.1 Objetivos Específicos

- Analisar o efeito de diferentes níveis de exploração e tratamentos silviculturais sobre a dinâmica do povoamento florestal remanescente (composição de espécies, mortalidade, ingresso, crescimento em número de árvores, em diâmetro, em área basal e volume e, incrementos em diâmetro, em área basal e volume);

- Efetuar agrupamento ecológico e funcional de espécies, definindo a taxa de crescimento média para cada grupo ecológico e identificando as espécies dominantes de cada grupo ecológico;

- Projetar a distribuição diamétrica da floresta manejada através de um Sistema de Equações Diferenciais, ajustado para cada tratamento (níveis de exploração combinados com diferentes níveis de refinamento/liberação);

- Comprovar a eficiência do modelo SYMFOR para atender a necessidade do profissional que maneja a floresta e para medir os efeitos de diferentes cenários de manejo (tratamentos) sobre área basal, número de árvores, volume, e quanto ao futuro das espécies, em particular as mais valiosas e;

- Gerar componentes técnicos, intensidade de corte e ciclo de corte, para o manejo de florestas naturais na Amazônia.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

#### 2.1.1 Práticas no Brasil e no Mundo Tropical

As informações contidas neste tópico foram retiradas de HIGUCHI (1987, 1994), SOUZA (1989), SILVA (1989), SOUZA e JARDIM (1993) e EMBRAPA (1997).

Os sistemas silviculturais utilizados para o Manejo Florestal nos países com Florestas Tropicais são na realidade adaptações dos modelos clássicos desenvolvidos para as florestas temperadas.

Os sistemas silviculturais aplicados em florestas tropicais classificam-se, basicamente, em duas categorias: sistemas monocíclicos e sistemas policíclicos.

No sistema monocíclico (uniforme) a retirada da madeira comercial é feita de uma só vez e a próxima colheita é baseada nas mudas das espécies comerciais existentes no momento do primeiro corte. Os ciclos de corte dependem do crescimento médio das espécies a regenerar, mas em geral são longos, entre 70 a 100 anos. Em virtude disto, há necessidade de imobilizar grandes áreas florestais para atender o princípio da produção sustentada. Atualmente está praticamente extinto em florestas tropicais. Um exemplo clássico é o Sistema Uniforme Malaio.

No sistema policíclico todas as árvores comerciais, ou parte destas, que atingiram o tamanho de corte são retiradas. As árvores de tamanho intermediário permanecem e passam a constituir o estoque do próximo corte. Por isso os ciclos de corte são bem menores do que os do sistema monocíclico, variando de 20 a 40 anos. Necessitam, portanto, de uma área florestal menor para obedecer ao princípio da produção sustentada. Pela mesma razão são economicamente mais atrativos. Exemplos são os sistemas Seletivos da Indonésia, Seleção de Gana e o CELOS do Suriname.



#### 2.1.1.1 Sistemas desenvolvidos nas florestas tropicais brasileiras

As principais experiências estão sendo executadas nas seguintes regiões: FLONA do Tapajós (CPATU – Embrapa), Curuá-Una (SUDAM/FCAP), Projeto Jari (Jari/CPATU – Embrapa), Buriticupu e Marabá (CVRD) e Manaus (INPA).

Essas experiências inspiraram dois sistemas silviculturais para a Amazônia brasileira, o SSB (Sistema Silvicultural Brasileiro para Florestas de Terra Firme da Amazônia) sugerido por YARED et al. (2000) e o sistema SEL (Seleção de Espécies Listadas), desenvolvido pelo INPA (HIGUCHI et al., 1991). Estes dois sistemas são do tipo policíclico e de uso múltiplo e são análogos aos princípios dos sistemas precursores, Malaio e Shelterwood Tropical, que se utilizam da regeneração natural para garantir ciclos de corte subsequentes.

#### 2.1.2 Evolução – Conceitos – Perspectivas

Desde 1965 existe a exigência legal de só explorar a Floresta Amazônica sob manejo (Código Florestal, Lei N° 4.771, de 15 de setembro de 1965, no seu Art. 15 determinou: “Fica proibida a exploração sob forma empírica das florestas primitivas da bacia Amazônica que só poderão ser utilizadas em observância a planos técnicos de condução e manejo a serem estabelecidos por ato do Poder Público, a ser baixado dentro do prazo de um ano”).

O Manejo Florestal foi definido vinte anos depois, por meio da Lei N° 7.511, de 7 de julho de 1986, regulamentada pela Portaria N° 486/86-P, de 20/10/86.

Na Portaria surgiu pela primeira vez o conceito de Manejo Florestal Sustentado e Manejo de Rendimento Sustentado e define procedimentos a serem adotados para exploração. Na época o Plano de Manejo foi encarado como um entrave burocrático e para legitimar a madeira oriunda de desmatamento irregular.

A Lei N° 7.511, de 07/07/86, só teve seu detalhamento com a Instrução Normativa N° 80, de 24/09/1991, elaborada por um grupo de especialistas relacionados à área de Manejo Florestal. Determinou ações objetivas, dentre as quais o

ciclo de corte mínimo de 20 anos, posteriormente aumentado para 30 anos.

Trinta anos depois, o Manejo Florestal teve uma regulamentação abrangente com a Portaria N° 48, de 10/07/95, em complementação ao Decreto 1.282, de 19/10/94. A Portaria é o documento legal mais completo sobre o roteiro e orientação para elaboração do Plano de Manejo Florestal.

Após a Portaria 48, foi editada a Medida Provisória 1.511, de 25/07/1996, reeditada várias vezes, que está em vigor através da Medida Provisória 2.080-61, de 23/03/01, que aumenta a reserva legal na Região Amazônia para 80%, estimulando o manejo florestal sustentável.

O Decreto 2.788, de 28/09/98 alterou o Decreto 1.282, excluindo a obrigação da EIA/RIMA (O Estado do Amazonas é o único que mantém esta exigência através de órgão estadual de Meio Ambiente – IPAAM).

No mesmo Decreto, foram criadas as categorias de Manejo Florestal Simplificado e Comunitário. A Portaria 48 foi substituída pela Instrução Normativa 4, de 20/12/98 que estabelece as regras para o Manejo Florestal Comunitário; a Instrução Normativa N° 5, de 20/12/98, que estabelece as regras para o Manejo Florestal Simplificado e; a Instrução Normativa N° 6, da mesma data, que estabelece as regras para o Manejo Florestal Empresarial.

Pela Instrução Normativa do Ministério do Meio Ambiente n° 4, de 4/2/2002, o Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) poderá contemplar as modalidades: manejo empresarial (acima de 500 hectares), manejo em pequena escala (abaixo de 500 hectares), comunitário (associações ou cooperativas) e em florestas de palmeiras. A Instrução Normativa requer o censo das árvores, exceto para sistemas tradicionais de exploração (abaixo de 10 m<sup>3</sup> por hectare), que requer apenas a apresentação de plano de corte. Essa instrução também procura diminuir o tempo de tramitação do plano de manejo (até 60 dias para a aprovação do PMFS).

Os PMFS devem ser elaborados por profissionais credenciados (CONFEA-CREA). A partir de 2003 esses profissionais também se tornaram responsáveis pelo acompanhamento dos Planos, devendo apresentar ao IBAMA a Declaração de

Acompanhamento e Avaliação do Plano de Manejo Sustentável (Portaria IBAMA nº 19, de 11/4/2003).

Atualmente, há um rico debate na sociedade brasileira sobre o futuro da Amazônia. Nessas discussões, pesquisadores, tomadores de decisão, agentes econômicos, lideranças sociais e organizações ambientais têm reconhecido a vocação florestal dessa importante porção de nosso território. Todos consideram que é possível assegurar o desenvolvimento da região e ao mesmo tempo garantir a conservação de seu imenso patrimônio natural.

Desde a década de 90 a definição de Manejo Florestal tem sofrido algumas mudanças, partindo desde uma definição puramente biológica e produtivista, para definições mais holísticas, que consideram os aspectos econômico, social e ambiental, envolvendo não só a madeira e os produtos não madeiráveis do processamento, bem como, a produção de serviços ambientais. Um dos pontos principais é que o conceito de manejo florestal começa também a ser entendido pelos operadores do Manejo Florestal Sustentável, proprietários privados, empresários florestais, concessionárias e área de gestão comunitária e seu cumprimento começa a ser exigido pelas autoridades florestais.

Na década de 90, com o advento da certificação florestal, surgiu a necessidade de traduzir o conceito de “manejo florestal sustentável” para algo mais prático, passível de passar por uma avaliação objetiva e replicável. Surgiu então, o termo “bom manejo florestal, que representa as melhores práticas de manejo, capazes de promover a conservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais, considerando a viabilidade econômica e o estado da arte do conhecimento científico e tradicional” (VIANA citado por HUMMEL, 2001).

A definição de Manejo Florestal deixou de ser puramente técnica e com significado somente para os florestais. Manejo Florestal passou a ser entendido dentro do contexto da “Agenda 21” que trata de orientar a atividade do homem e das futuras gerações com base no desenvolvimento sustentável. Não basta, portanto, no manejo florestal um fluxo contínuo de produtos através dos tempos. Além disso, todas as

instituições da sociedade, principalmente as empresas, devem adotar códigos de ética sérios para seu progresso, dentro do contexto de sociedade decente e princípio de responsabilidade. Portanto, uma das definições mais apropriadas para o momento é a seguinte (CAMINO, 2000):

*O manejo e o uso florestal sustentável da floresta (bom manejo florestal) é um processo que valoriza o uso da floresta como atividade permanente, e: 1) Supõe que das intervenções nos povoamentos se extrai madeira, outros produtos e serviços; 2) A colheita de bens e serviços está dentro dos limites de produtividade do sistema, da capacidade de suporte e do seu nível de garantia das operações permanentes nos ecossistemas; 3) As operações de manejo são rentáveis de acordo com os critérios do ator que faz a gestão do manejo; 4) Todos os atores afetados no processo participam da elaboração, execução, avaliação e distribuição dos custos e benefícios, das políticas e ações concretas de acordo com seus direitos e assumem, portando, responsabilidades; 5) É parte do desenvolvimento sustentável, portanto, não está dissociado das políticas de desenvolvimento nacional e dos setores relacionados e nem dos direitos das gerações futuras.*

Em sendo um processo, é um estado que deve ser alcançado por sucessivas etapas e níveis crescentes de exigências, de acordo com a realidade regional.

Pode-se afirmar que, em geral, as Unidades de Manejo Florestal, que se manejam tecnicamente, começam a adotar medidas baseadas na investigação ecológica e silvicultural (extração de baixo impacto, parcelas permanentes, modelo de crescimento, ciclo de corte com base no crescimento diamétrico, corte de cipós, etc.). O plano de manejo florestal vai deixando pouco a pouco de ser um simples requisito oficial, para a forma de ferramenta do Manejo.

Para medir as conseqüências das ações do manejo florestal e para determinar se são cumpridas as orientações de desenvolvimento sustentável têm sido feitos esforços bem maiores, que em qualquer outra época (Padrões do FSC, CERFOR, ITTO, CIFOR, FAO, Tarapoto, Leis e Regulamentos no Brasil). Os padrões sugeridos objetivam medir o progresso do manejo florestal sustentável.

## 2.2 INVENTÁRIO FLORESTAL CONTÍNUO

Para avaliar o caráter dinâmico do crescimento de uma floresta, por exemplo, após uma intervenção exploratória dos recursos madeireiros, necessário se faz proceder o monitoramento, o qual é definido como o instrumento de avaliação do caráter dinâmico da comunidade, bem como de uma série de variáveis indispensáveis para a definição do manejo a ser aplicado à floresta (QUEIROZ, 1998; PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997).

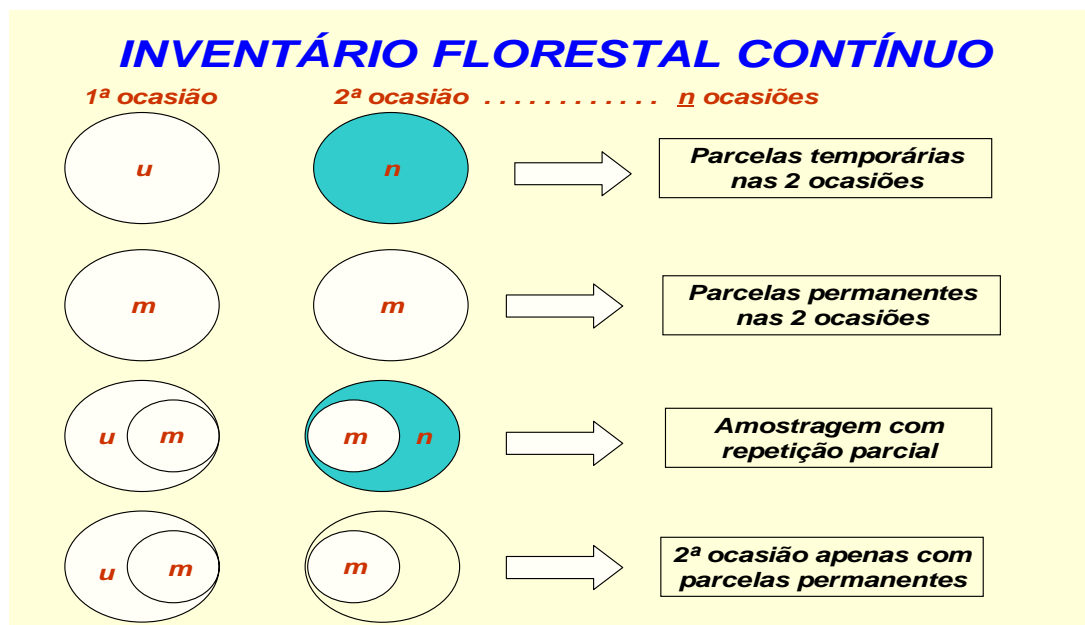
Na ciência florestal, este procedimento é conhecido como Inventário Florestal Contínuo (IFC), que corresponde a efetuar medições na floresta repetidas vezes no tempo, ou seja, medições em várias ocasiões. Tal procedimento resulta na obtenção de uma série de informações fundamentais aos manejadores, como avaliação do crescimento, ingresso, mortalidade, ciclo de corte, sucessão, densidade de estoque, dentre outros.

Para HUSCH et al. (1982), a amostragem em ocasiões sucessivas tem três objetivos principais: estimar quantidades e características da floresta presente no primeiro inventário; estimar quantidades e características da floresta presente no segundo inventário e estimar as mudanças ocorridas na floresta entre os dois inventários.

Os IFCs são normalmente sinônimos de parcelas permanentes. No entanto, há ainda mais três alternativas para realizar o IFC, como são mostradas no esquema apresentado na Figura 1, onde:  $u$  = nº de amostras temporárias da 1ª ocasião,  $n$  = nº de amostras temporárias da 2ª ocasião e  $m$  = nº de amostras permanentes de qualquer ocasião.

Parcelas permanentes – no âmbito do manejo florestal – são áreas permanentemente demarcadas na floresta, periodicamente remedidas com o objetivo de se obter informações sobre o crescimento e a dinâmica da floresta, ou seja, sobre as alterações relativas ao número, composição e dimensões dos indivíduos arbóreos em determinado período de tempo (ALDER; SYNNOTT, 1992).

FIGURA 1: AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLAS OCASIÕES



As parcelas permanentes surgiram como uma extensão das parcelas de inventário contínuo, com o objetivo de proporcionar dados de alta qualidade para auxiliar a construção de modelos de crescimento e produção (VANCLAY, 1991). A idéia era que, observando o desenvolvimento de um povoamento, desde o seu estabelecimento até a idade adulta, se poderia prever o comportamento das futuras colheitas dos povoamentos com características semelhantes. Os modelos construídos poderiam projetar o crescimento do povoamento com base no conhecimento de sua história.

Nos anos 90, diversos autores (SHEIL, 1995; SHEIL; MAY, 1996; VANCLAY, 1991) discutiram a qualidade e utilidade de dados provenientes de parcelas permanentes, assim como, a análise dos mesmos. Entre os problemas identificados por estes autores, se destacam os seguintes: descontinuidade e irregularidade das medições, troca dos objetivos das parcelas, substituição/troca dos métodos de medição, parcelas não são representativas do povoamento que se deseja simular, banco de dados inadequados e análise estatística deficiente e ineficiente. Além destes, identificou-se que as parcelas permanentes possuem as mais variadas formas e tamanhos, o limite mínimo de dap não é o mesmo, o método de cálculo para

as taxas anuais diferem, alguns estudos incluem palmeiras, lianas ou arbustos, outros, apenas espécies arbóreas; os tipos florestais são também variados, havendo florestas de várzea, de terra firme, de terras baixas, de encostas, de galerias etc., cada uma submetida ainda a diferentes precipitações anuais, em diferentes altitudes, com diferentes históricos de perturbação, etc.

São muitas as descobertas produzidas pelo atual sistema de parcelas permanentes, dentre as quais destacam-se: a dinâmica, ou seja, as taxas e mudanças ocorridas na estrutura, composição, crescimento, mortalidade e regeneração; os fatores ecológicos que afetam essa dinâmica e a complexidade das interações entre os fatores envolvidos no processo (SWAINE et al., 1987; SWAINE, 1989; HIGUCHI, 1987; SILVA, 1989; CARVALHO, 1992; PHILLIPS; GENTRY, 1994; SILVA et al, 1995; SHEIL; MAY, 1996).

Diversas instituições da Amazônia instalaram parcelas permanentes e estão monitorando o crescimento da floresta, tais como: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Amazônia Ocidental, Embrapa Acre, Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON e Universidade Federal do Mato Grosso (Figura 2).

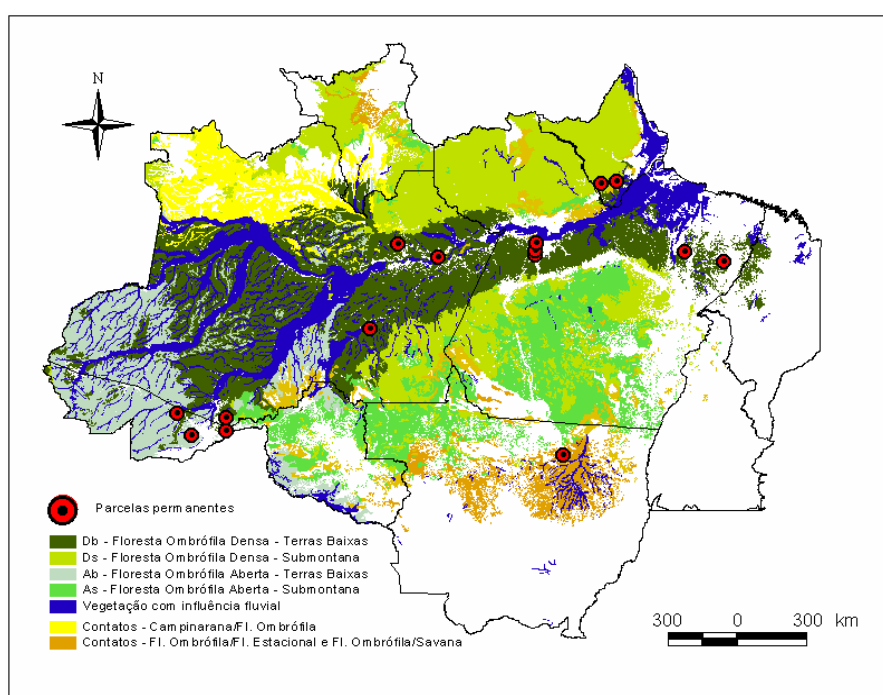
Os dados coletados nestas parcelas foram a base para desenvolver modelos de predição de crescimento da floresta amazônica, como o *CPATU Forest Growth Model* - CAFOGROM (ALDER; SILVA 2000, 2001) e para parametrizar o SYMFOR (SIMFLORA) para as condições amazônicas (PHILLIPS et al., 2004). Essas experiências inspiraram, também, os dois sistemas silviculturais para a Amazônia brasileira (SILVA et al., 1999 e HIGUCHI et al., 1991).

A Lei Florestal vigente no Brasil determinava a obrigação de incluir em todo Plano de Manejo Florestal, um sistema de monitoramento mediante parcelas permanentes (PPs), com o propósito de avaliar o efeito do aproveitamento e de outras intervenções silviculturais no povoamento remanescente.

Mesmo que atualmente não se constitua uma exigência legal, as parcelas

permanentes continuam sendo instaladas e são consideradas para os planejadores do manejo, insubstituíveis e instrumentos que permitem acompanhar o crescimento e rendimento do povoamento remanescente, com o propósito de obter informação essencial a ser utilizada no momento de tomar decisões com respeito ao ciclo de corte, diâmetro mínimo de corte, volume de corte e outros pré-requisitos planejados no Plano de Manejo Florestal.

FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DAS PARCELAS PERMANENTES DA AMAZÔNIA DE ACORDO COM TIPO DE VEGETAÇÃO



Sistemas silviculturais para serem implementados precisam ser testados e validados, adequando-se às características de cada microrregião ou bioma. As principais informações necessárias para implementar um sistema silvicultural e definir modelos de crescimento e produção são: a identificação correta das espécies, a estrutura da vegetação, a distribuição espacial das espécies vegetais, a autoecologia das espécies, os parâmetros demográficos da regeneração natural, a biologia reprodutiva e a dinâmica de crescimento e produção das espécies. Grande parte deste conjunto de informações pode ser obtida através de parcelas permanentes.



## 2.3 MODELOS DE SIMULAÇÃO

### 2.3.1 Modelos de Prognose de Crescimento e Produção

Os modelos de crescimento podem ser divididos em três categorias: (1) modelos de povoamento total, (2) modelos de distribuição por classe de tamanho e (3) modelos de árvores individuais (DANIELS; BURKHART, 1988).

Modelos do tipo povoamento total fornecem estimativas do crescimento e, ou, da produção para o povoamento como um todo (ou para porções comerciais). Usualmente, esses modelos são construídos mediante o uso de técnicas de regressões múltiplas, como as desenvolvidas por CLUTTER (1963) e SULLIVAN e CLUTTER (1972).

Modelos do tipo árvores individuais requerem particularidade de cada árvore no povoamento. Segundo BOTKIN et al. (1972), esses tipos de modelos apresentam as seguintes características: cada árvore é definida por variáveis, como: idade, diâmetro e altura máxima, relações entre altura e diâmetro, taxa de fotossíntese, necessidade de luz, relações entre crescimento relativo, profundidade do solo, capacidade de armazenamento de água no solo, percentagem de rocha no solo, média mensal de temperatura e precipitação e insolação anual acima da copa da floresta podem ser incluídas. As espécies são também diferenciadas por probabilidades de sobrevivência e por adições de novas plantas.

MUNRO, citado por DANIELS e BURKHART (1988), dividiu esses modelos em duas classes: modelos do tipo distância dependente e do tipo distância independente, caso a localização individual das árvores seja requerida ou não como atributo do modelo.

Os modelos de classe de tamanho são intermediários entre os modelos de povoamento total e os modelos de árvores individuais. Os modelos de classe de tamanho incluem projeção de tabelas de povoamento, matrizes de transição e modelos de “cohort” (VANCLAY, 1989; ALDER, 1995).

Entre os modelos de matrizes de transição, a cadeia de Markov foi utilizada por vários pesquisadores na prognose e no desenvolvimento de povoamentos inequidanos, como: BUONGIORNO e MICHIE (1980), HIGUCHI (1987), AZEVEDO (1993), SANQUETTA et al. (1996), dentre outros.

### 2.3.2 Modelos de Simulação para a Amazônia

Foram produzidos poucos modelos de simulação que descrevessem a dinâmica da floresta primária ou manejada na Amazônia brasileira. KAMMESHEIDT et al. (2002) e FINEGAN (1992) construíram modelos de crescimento de florestas secundárias em terra agrícola. STONE (1998) simulou a avaliação econômica da extração de madeira para um período de 10 anos, mas não incluiu modelos de crescimento de árvores. DALE et al. (1994) modelaram práticas de uso da terra, focalizando em desmatamento para agricultura.

Somente o modelo CAFOGROM (ALDER, 1995; ALDER; SILVA, 2000) tenta simular crescimento de árvores para o manejo florestal na Amazônia Oriental. O CAFOGROM é um modelo de cohort. Estes modelos não são espacialmente explícitos e não consideram as mudanças de crescimento causado pela intervenção do manejo. Eles podem fazer previsões da produção, mas terão pouca sensibilidade aos detalhes de alternativas silviculturais ou estratégias de manejo, particularmente, em termos de níveis de danos da colheita, estruturas espaciais criadas na floresta e mudanças na composição de espécies.

VANCLAY (1994) introduziu vários tipos de modelos produzidos para florestas tropicais. PHILLIPS et al. (2003) mostram outros modelos que foram usados para descrever crescimento, ecologia e produção em florestas tropicais.

#### 2.3.2.1 SYMFOR (SIMFLORA)

O SYMFOR (SIMFLORA) (PHILLIPS; van GARDINGEN, 2001,a,b; PHILLIPS et al., 2001; PHILLIPS et al., 2002a; PHILLIPS et al., 2003; PHILLIPS et

al., 2004) é uma estrutura usada para simular os efeitos do manejo no crescimento e no rendimento futuro de florestas tropicais. A estrutura é composta de modelos de processos naturais (ecológicos) e de manejo florestal (silvicultural). A finalidade do modelo é simular a maneira que as árvores individuais entram no povoamento (recrutamento), crescem e saem do povoamento (mortalidade).

O componente de crescimento prediz o incremento anual em diâmetro para uma árvore individual, o componente de mortalidade representa a probabilidade da morte de árvores individuais e o componente de recrutamento simula o ingresso de árvores além do diâmetro mínimo limite de 5 cm.

O modelo de Opções de Manejo da Floresta é usado para simular os efeitos de tratamentos silviculturais e da colheita. Esta parte do SYMFOR permite ao usuário definir um sistema de manejo para a floresta e por em prática no sistema.

O modelo usa dados amostrais de parcelas permanentes de árvores com dap maior ou igual a  $\geq 5$  cm. As seguintes informações são requeridas para cada árvore: a) Número da árvore, identificador único; b) Posição da árvore (coordenadas x e y, em metros); c) Diâmetro à altura do peito (dap em cm); d) Agrupamento Ecológico de Espécies (1-10) e; e) Agrupamento de Utilização da Espécie (1-10).

Existem dez 10 grupos ecológicos de espécies que são usados para descrever diferenças na ecologia entre árvores. Cada grupo ecológico de espécies tem sua própria função de crescimento, recrutamento e mortalidade. A estrutura das equações é a mesma para todos os grupos, mas as constantes ou coeficientes são diferentes. Isto significa que o modelo prediz diferentes respostas (por exemplo, taxa de crescimento, recrutamento ou mortalidade) para cada grupo de espécies.

O SYMFOR trabalha com intervalo de tempo anual, com uma série de funções executadas todo os ano. Os principais processos florestais modelados são:

#### 2.3.2.1.1 Crescimento

Crescimento de árvores individuais ou incremento anual em diâmetro é

calculado para cada árvore. A equação que é usada para calcular crescimento tem a mesma forma para todas as árvores que foram calibradas para cada grupo de espécies.

O crescimento foi definido como função do diâmetro (D) e de um índice de competição. O crescimento de árvores individuais **I** é descrito como o incremento em diâmetro predito para uma árvore em um dado ano, pela equação:

$$I = D(a_0 + a_1 e^{a_2 D}) + a_3 C + a_4$$

onde  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_4$  e  $a_5$  são os parâmetros, D é o dap da árvore. O diâmetro independente do índice de competição (C) é projetado para descrever a competição ambiental para cada árvore individual na sub-amostra (10 m x 10 m).

Os índice de competição,  $C_t$ , para a árvore t, baseia-se na localização de cada árvore na sub-amostra:

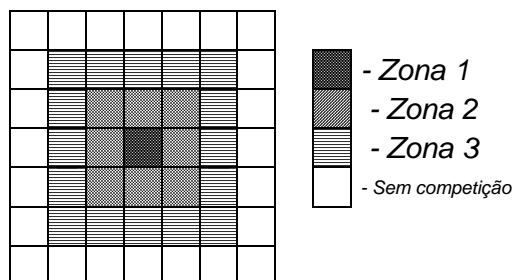
$$C_t = z_1 \cdot \sum_{i=1}^{n_1} \frac{D_i}{D_t} + z_2 \cdot \sum_{j=1}^{n_2} \frac{D_j}{D_t} + z_3 \cdot \sum_{k=1}^{n_3} \frac{D_k}{D_t}$$

onde  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $z_3$ , são os coeficientes de importância relativa para a competição das zonas 1, 2 e 3, respectivamente; i, j e k são as árvores “over-topping” nas três zonas; e D é o diâmetro da árvore. A zona 1 é um quadrado de 10 x 10 m contendo t árvores e as zonas 2 e 3 são definidas como relativa para a zona 1, como mostrada na Figura 3.

Um diâmetro independente do índice de competição (C) é derivado modelando a relação entre  $C_t$  e D, de acordo com as equações abaixo:

$$\hat{C}_t = \frac{b_0}{b_1 + D} + b_2 \quad C = C_t - \hat{C}_t$$

FIGURA 3 – AS DIFERENTES ZONAS DE COMPETIÇÃO, PARA UMA ÁRVORE NA ZONA 1.



Esta parte do sub-modelo é chamada “determinístico” porque irá prever a mesma taxa de crescimento sempre que é determinada pela mesma combinação de dap, Índice de competição e anos desde a colheita.

#### 2.3.2.1.2 Recrutamento

O modelo de recrutamento simula a aparição de novas árvores, acima do diâmetro mínimo limite usado na construção do modelo. A probabilidade do recrutamento ( $F$ ) ocorrer em uma dada sub-amostra é modelada como uma função da taxa de crescimento média, usando a equação:

$$F = r_1 e^{-r_2 I'} + r_3 I' + r_4$$

onde  $r_1$ ,  $r_2$ ,  $r_3$  e  $r_4$  são parâmetros e  $I'$  é a taxa de crescimento predita de uma árvore localizada dentro de uma sub-amostra (10 m x 10 m), aleatoriamente selecionada.

Para esta árvore o modelo prediz uma taxa de crescimento para calcular uma probabilidade da árvore temporária tornar-se permanente (quanto mais rápido a árvore cresce, é mais provável que esta seja recrutada). Se a árvore é recrutada (mantida) o dap é fixado em 5 cm e a idade é fixada em zero.

A árvore não pode ser recrutada em áreas recentemente criadas pelo arraste. Se isto acontecer, as árvores são movidas para outro local dentro da subparcela. A definição de “recente” depende das espécies, e varia de 5 anos (rápido crescimento) e para 20 anos (lento crescimento).

#### 2.3.2.1.3 Mortalidade

A mortalidade natural é descrita como um processo estocástico dependente do diâmetro. Para árvores com diâmetro menor que 12,5 cm, a probabilidade de mortalidade a ser usada é um valor constante dado pelo parâmetro  $m_0$  (média). Para as árvores com diâmetros maiores que 12,5 cm, a equação a ser utilizada para calcular a

probabilidade de mortalidade natural,  $M$ , é:

$$M = \begin{cases} m_0 & \text{se } D < 12,5 \\ m_1 e^{m_2(D-12,5)} + m_3(D-12,5) + m_4 & \text{se } 12,5 \leq D < D_{95} \\ m_1 e^{m_2(D_{95}-12,5)} + m_3(D_{95}-12,5) + m_4 + m_5(D-D_{95}) & \text{se } D_{95} \leq D \end{cases}$$

onde  $m_1$ ,  $m_2$ ;  $m_3$ ,  $m_4$  e  $m_5$  são parâmetros,  $D_{95}$  é o percentil 95 para a distribuição de probabilidade do diâmetro e  $D$  é o diâmetro da árvore em cm. Durante o ajuste da equação central é que será definido o uso da primeira e da terceira equação.

A probabilidade de mortalidade é calculada uma vez por ano para cada árvore viva. A probabilidade é mais alta para árvores maiores, e é muito mais alta depois que o dap limite é excedido. Este valor é comparado com um número aleatório para decidir se qualquer árvore individual de fato morre. Outro número aleatório é escolhido e comparado com a probabilidade de cair e determinar se a árvore cai. Se isto for feito, um terceiro número aleatório decide a direção de queda (o “fall direction” dados que vão de 0 a 6,28 ou  $-1$  para árvores que não caíram).

Uma área losangular, em forma de pipa, com dimensões da árvore caída é usada para determinar quais árvores são suscetíveis a dano. Vinte e quatro por cento das árvores que são menores que a árvore que caiu e que estão dentro da área formada, são danificadas e mortas devido à árvore que caiu e são registradas como árvores que morrem por danos.

#### 2.3.2.1.4 Outras funções

Modelos de produção são usados para cálculos da área basal e do volume do tronco. A área basal,  $B$ , e volume,  $V$ , de árvores individuais, são necessários para o modelo de manejo e análise dos resultados das simulações. Todos estes atributos são derivados para árvores individuais com base nos valores do dap,  $D$ .

O calculo da área transversal,  $g$ , assume que a seção transversal do tronco é circular:

$$g = \frac{\pi}{4} D^2$$

O volume,  $V$ , é calculado como uma função do diâmetro,  $D$  (cm), e altura da copa (a altura do ponto mais largo da copa),  $C_p$ , segundo QUEIROZ (1984) como:

$$V = 0,5179 \cdot \left( \frac{D}{100} \right)^2 C_p + 0,0775 \text{ (modificada)}$$

O SYMFOR requer estimativas das dimensões de árvores individuais para simular processos, tais como, danos durante colheita. Estas são: altura total,  $H$ , altura da copa,  $C_p$ , e raio da copa,  $C_R$ .

Altura total de cada árvore,  $H$ , é calculada por uma relação linear inverso com dap,  $D$  (m):

$$H = \frac{sDH_m}{sD + H_m}$$

onde  $s$  tem o valor 200 e  $H_m$  representa máxima altura de uma árvore com o valor de 50 m.

A altura da copa,  $C_p$  (m), de uma árvore foi definida como sendo a altura na posição onde a árvore tem a máxima largura de copa, a qual é calculada através de uma relação linear simples com altura de árvore,  $H$  (m):

$$C_p = f_c H$$

onde o parâmetro  $f_c$  tem o valor 0,55.

O “raio-copa”,  $C_R$  (m), de uma árvore foi definido sendo o raio da copa da árvore, o qual é assumido ser circular em corte transversal. Calculou-se usando uma relação com dap,  $D$  (cm):

$$C_R = \left( \frac{10}{D} + \frac{1}{15} \right)^{-1}$$

#### 2.3.2.1.5 Parametrização do SYMFOR (SIMFLORA)

Parametrização é o processo de calcular ou estimar valores para os parâmetros usados no modelo para uma região particular ou tipo de floresta. O banco

de dados do Sistema de Inventário Contínuo da Embrapa, Floresta Nacional do Tapajós e Floresta da Jari, foi usado para parametrizar o SYMFOR para a Amazônia Oriental. Detalhes dos dados são descritos por SILVA et al. (1995; 1996).

## 2.4 CRESCIMENTO E INCREMENTOS DE FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS

JOHNSON (1976) fez uma revisão sobre crescimento e incremento de florestas tropicais úmidas e sumariou da seguinte maneira: entre 1 e 3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, como médias para o Sudeste Asiático; 2 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> para as florestas da Nigéria e de 2,9 a 4,3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> nas florestas de Dipterocarpaceas das Filipinas.

Nas florestas pantanosas de Sarawak, onde foi aplicado o sistema malaio modificado, BRYAN (1981) verificou que nas florestas exploradas sem tratamentos silviculturais, o incremento diamétrico de todas as árvores foi de 0,6 cm.ano<sup>-1</sup>, enquanto que nas florestas que sofreram extração de madeira comercial e desbaste, o crescimento diamétrico foi de 0,7 cm.ano<sup>-1</sup>.

Na região de Santarém, no Estado do Pará, SILVA et al. (1996) observaram o crescimento e produção numa floresta de terra-firme em quatro áreas distintas: floresta primária (testemunha), duas áreas exploradas seletivamente 7 e 13 anos antes da avaliação e uma floresta secundária de 50 anos de idade. Nessas áreas, os incrementos periódicos anuais, em volume de madeira, variaram de 1,6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> em floresta primária não explorada até 4,8 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> em floresta manejada. Considerando apenas as espécies comerciais manejadas (incluindo apenas espécies comercializadas local e nacionalmente, e com dap ≥ 50 cm), o incremento foi de 1 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> em áreas manejadas.

Em 1982 foi instalado um experimento de manejo florestal na região do Jari, que incluiu testemunha (sem intervenção, área de 80 ha), diferentes intensidades de corte e corte raso. GOMIDE (1997), analisando a dinâmica de crescimento da testemunha e da parcela submetida ao corte raso, concluiu que, na floresta primária, o incremento periódico em volume de todas as espécies com dap ≥ 5 cm, durante o



período de 1985 - 1996, foi de  $-0,39 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ; enquanto que na floresta secundária o incremento periódico anual (IPA) foi de  $3,53 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ .

Pesquisas realizadas por HIGUCHI et al. (1997), na região de Manaus (ZF-2), Estado do Amazonas, descrevem o crescimento e o incremento de uma floresta manejada experimentalmente numa área de 72 hectares, 10 anos após a exploração seletiva de madeira. Os resultados demonstraram que os IPAs em volume comercial com casca foram:  $5,57 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  para T1 (exploração de leve intensidade;  $\text{dap} \geq 55 \text{ cm}$ );  $4,45 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  para T2 (exploração média;  $\text{dap} \geq 50 \text{ cm}$ ); e  $5,75 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  para T3 (exploração pesada;  $\text{dap} \geq 40 \text{ cm}$ ). Na parcela testemunha o IPA foi de  $2,82 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ . Para as espécies comerciais (incluindo apenas espécies comercializadas local e nacionalmente e com  $\text{dap} \geq 50 \text{ cm}$ ), o incremento foi igual ao de Santarém ( $1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ).

No Suriname, em 1967, foi instalada uma área demonstrativa de manejo florestal usando o sistema silvicultural CELOS, que incluiu tratamentos de liberação e de refinamento com arboricidas. Segundo DE GRAAF (1986), nos primeiros 14 anos após a exploração seletiva de madeira, o incremento periódico anual das espécies comerciais variaram de 2 a  $4,5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ , dependendo da lista de espécies considerada, principalmente, para as primeiras classes de diâmetro.

DE GRAAF (1986) e JONKERS (1987) observaram que quando foi realizado tratamento silvicultural através de refinamento, o incremento médio anual das árvores comerciais com  $\text{dap}$  acima de 5 cm aumentou entre 4% a 42%. O incremento em área basal foi de  $0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

ALDER e SILVA (2000) desenvolveram um modelo de crescimento (CAFOGROM) para duas regiões da Amazônia: Jari e Flona Tapajós em Santarém. Considerando indivíduos de valor comercial com  $\text{dap}$  acima de 45 cm, foi encontrada uma taxa de crescimento variando de  $0,39 \text{ m}^3$  a  $1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  para um período de 12-17 anos. Baseados nas informações destes dois experimentos, os autores concluíram que o segundo corte deve ser em torno de 30 a 35 anos.

Uma pesquisa recente de ALDER e SILVA (2001), na qual foram retirados 2

$\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$  de área basal ou cerca de 27 a 28  $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ , o modelo de crescimento CAFOGROM mostrou que o ciclo de corte pode ser sustentável por um período de 200 anos, considerando um ciclo de corte de 30 anos.

## 2.5 RECRUTAMENTO E MORTALIDADE EM FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS

A causa mais comum da morte de árvores em florestas tropicais não-perturbadas é o vento. Entretanto, freqüentemente as árvores morrem em pé, como resultado de várias causas possíveis, como: fungos patogênicos, herbívoros, senescência, déficit hídrico ou supressão, ou a combinação destes fatores (LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1987).

Florestas primárias não-perturbadas mostram-se mais estáveis com relação à mortalidade e ao ingresso de novos indivíduos. HIGUCHI et al. (1997) obtiveram taxas anuais de mortalidade de  $1,03\% \pm 0,38\%$ , para florestas tropicais úmidas de terra firme na Amazônia brasileira. PERALTA et al. (1987) estimaram taxas anuais de mortalidade entre 1,8% e 2,25% para La Selva, Costa Rica. CAREY et al. (1994) encontraram taxas anuais variando entre 0,5 e 3,3% em florestas tropicais da Venezuela. LIEBERMAN e LIEBERMAN (1987) estimaram taxas anuais de 1,9%, para Costa Rica. MANOKARAN e KOCHUMMEN (1987) em florestas da Malásia observaram uma mortalidade anual de 2,0%. SWAINE et al. (1987a), em florestas tropicais de Gana, observaram uma taxa de mortalidade de 1,32% para árvores com  $\text{dap} \geq 10\text{cm}$ . SWAINE et al. (1987b) observaram que a mortalidade em florestas tropicais semidecíduas em Gana foi significativamente maior em árvores sem incremento em diâmetro: duas e quatro vezes maior que a média para árvores com incrementos diamétricos de 1 e 2  $\text{mm.ano}^{-1}$ .

SILVA (2004) encontrou taxa anual de mortalidade nas áreas testemunha ( $1,82\%.\text{ano}^{-1}$ ) e com exploração de impacto reduzido ( $1,40\%.\text{ano}^{-1}$ ), dentro da taxa esperada para floresta natural, 1% a 2% (DE GRAAF, 1986; JONKERS, 1987;

SWAINE; LIEBERMAN, 1987; HARTSHORN, 1980; HARTSHORN, 1990). Na exploração de impacto reduzido, a relação entre recrutamento e mortalidade foi muito alta. O recrutamento foi 44% superior à mortalidade. Na exploração convencional, o recrutamento foi apenas 4% superior à mortalidade (SILVA, 2004).

## 2.6 ÍNDICES DE DIVERSIDADE E SIMILARIDADE

A diversidade vegetal em florestas tropicais está bastante relacionada ao processo de regeneração natural das espécies. Fatores que vão desde os de ordem natural até os de ação antrópica podem influenciar o processo de regeneração e a composição florística de uma floresta. A escala de tempo entre a perturbação do ecossistema e as fases de reconstrução também são fatores importantes, que podem influenciar a riqueza e a diversidade de espécies (STEEGE, 2000).

Na ecologia, o termo diversidade, em geral se refere à diversidade de espécies, expressando o número de populações e suas abundâncias relativas. A idéia de diversidade de espécies está baseada na pressuposição de que as espécies influenciam umas às outras e ao meio em que vivem, e isto se pode medir com os números de espécies presentes e suas abundâncias relativas (KREBS, 1999).

A diversidade de espécies tem dois componentes: o número de espécies presente, que se chama de riqueza (richness); e a abundância relativa das espécies, chamada geralmente de regularidade ou Equabilidade (evenness ou equitability). O índice  $H'$  (de Shannon ou de Shannon-Wiener) trabalha com esses dois componentes e é um dos mais utilizados (MAGURRAN, 1988). Esse índice assume que os indivíduos foram amostrados ao acaso, a partir de uma população infinitamente grande e que todas as espécies estão representadas na amostra. Seu valor será máximo quando cada indivíduo pertencer a uma espécie diferente, e mínimo quando todos pertencerem à mesma espécie.

Um índice que tem se mostrado eficiente por não permitir que a abundância influencie a diversidade é o índice  $\alpha$  de Fisher. Neste índice, a diversidade depende do

número de indivíduos amostrados. Ele permite realizar comparações entre parcelas de diferentes áreas e parcelas com diferentes números de indivíduos e também extrapolar o número de espécies obtido em diferentes amostras até um número comum de indivíduos. Do ponto de vista matemático, o índice  $\alpha$  de Fisher controla e elimina o efeito positivo que a abundância tem sobre a diversidade. Isso permite determinar se uma parcela na floresta é mais diversa do que a outra (BERRY citado por SILVA, 2004).

A constante  $\alpha$  é uma expressão da diversidade de espécies na comunidade. Ela é baixa quando o número de espécies é baixo e é alta quando o número de espécies é alto (KREBS, 1999).

A similaridade florística estima o grau de semelhança entre as populações entre e dentro de áreas, a partir da presença e/ou ausência dos componentes das populações amostradas (KREBS, 1999).

## 2.7 EXPLORAÇÃO FLORESTAL E TRATAMENTOS SILVICULTURAIS

Na busca por um sistema silvicultural adequado para as florestas tropicais uma importante consideração é o baixo incremento das espécies de valor comercial madeireiro após a primeira exploração. Isto se dá devido à relativa escassez, em número e volume, de árvores potenciais para a próxima extração (árvores de espécies com valor comercial e diâmetro entre 30-45 cm, ou mais) deixadas após a primeira exploração, aliada ao lento crescimento dessas (DE GRAAF et al., 1999).

A extração de madeira em florestas tropicais é uma atividade que causa grandes impactos ao ecossistema e, por isso, constitui o momento mais crítico na aplicação de um sistema de manejo visando à produção sustentável. O planejamento adequado dessa atividade é a chave para se obter bons resultados, tanto do ponto de vista ambiental, como econômico (SILVA et al., 2001).

A aplicação de técnicas que reduzem os impactos da atividade madeireira sobre a floresta residual constitui o primeiro passo para manter a produtividade das

florestas tropicais, entretanto, somente a aplicação dessas técnicas não é suficiente para manter a capacidade produtiva da floresta (SILVA, 2004).

As taxas de crescimento podem ser aceleradas pelos tratamentos silviculturais, que basicamente envolvem dois tipos: i) liberação ou desbaste seletivo, que consiste na remoção de indivíduos competidores, não desejáveis, cujas copas estejam competindo por luz com as copas das árvores de espécies selecionadas para a próxima colheita; ou ii) refinamento ou desbaste sistemático, que consiste na redução da área basal de espécies não desejáveis visando diminuir a competição no povoamento, de forma geral.

Segundo JARDIM (1996), em termos silviculturais, a abertura do dossel pode ser feita de duas maneiras principais: através do abate de árvores, na exploração florestal ou nos desbastes, e através de técnicas de anelamento de árvores, com ou sem envenenamento.

A redução da vegetação sem aproveitamento comercial pode ser feita por meio da aplicação de uma técnica conhecida como anelamento, que consiste na retirada da casca e da entrecasca formando um anel completo em torno do fuste da árvore, provocando uma descontinuidade nos elementos condutores. As árvores aneladas perdem, de forma lenta, primeiramente as folhas, depois os pequenos ramos e finalmente os galhos mais desenvolvidos (JARDIM, 1996). Conseqüentemente, quando a árvore está totalmente morta, sua queda diminui o impacto sobre a vegetação remanescente. Esse processo não implica em brusca admissão de luz sobre o solo florestal, reduzindo ao mínimo as possibilidades de sua dessecação pela ação do sol e do vento.

Dubois, citado por JARDIM (1996), descreve três modalidades de anelamento: anelamento simples (retirada da casca em anel completo), anelamento com entalhes (anelagem simples e entalhes feitos com machadinha ou terçado no anel) e anelamento profundo (retirada da casca e camada superficial do alburno com espessura em torno de 2mm).

No entanto, a técnica de anelamento é pouco eficiente na eliminação de

indivíduos de algumas espécies, principalmente aquelas com reentrâncias no fuste (COSTA et al., 2001). Para melhorar a eficiência do anelamento e acelerar a morte das árvores pode-se aplicar arboricida no anel.

PARIONA et al. (2001), estudando a efetividade de três tratamentos de anelamento na Bolívia, concluíram que o anelamento sem aplicação de arboricida somente causou a mortalidade de 10% das árvores tratadas, treze meses depois da aplicação. Os autores comentam que o principal motivo da baixa efetividade foi a cicatrização do anel em muitas das árvores tratadas sem arboricida, que permitiu a rápida reconexão dos tecidos cortados. Além disso, muitas árvores que não receberam arboricida produziram rebrotos no fuste, abaixo do anel. Ainda que estes rebrotos não tenham efeito sobre as árvores liberadas, com o tempo se converterão em fustes mal formados de espécies não comerciais, que continuarão ocupando espaço e reduzindo a qualidade do povoamento.

No trabalho de SANDEL e CARVALHO (2000), a taxa de mortalidade foi aumentando com o passar dos anos, tanto na anelagem completa como na com entalhes, ambas sem aplicação de arboricidas. No primeiro ano, a taxa mortalidade foi de 25%, no segundo foi 50%, no terceiro foi 68,75%, no quarto foi 81,25% e no quinto foi 85,42%. Aos 17 anos após a aplicação do tratamento, a taxa de mortalidade chegou a atingir 95,8%.

### 3 MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Este estudo foi conduzido com dados do experimento originalmente denominado “*Determinação da intensidade ideal de exploração para fins de manejo policíclico da floresta úmida densa*”, do Projeto Técnicas de Manejo para Florestas Tropicais Úmidas da Amazônia visando Rendimento Sustentado atualmente Projeto Bom Manejo (Embrapa/CIFOR/ITTO) – Manejo sustentável de florestas de produção em escala comercial na Amazônia brasileira, desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental. O experimento foi iniciado em julho de 1983, em uma área de 500 ha de floresta densa na Companhia Florestal Monte Dourado (Jari), na localidade Morro do Felipe, município de Vitória do Jari, Estado do Amapá (Figura 4).

A floresta da Jari está localizada entre as coordenadas 52°20' W e 00°55' S a uma altitude de aproximadamente 150 m (Figuras 4 e 5). O clima nessa região é do tipo Am, pela classificação de Köppen. A precipitação média anual alcança 2.234 mm, com um período chuvoso de dezembro a maio. Ocorre uma estação seca de três meses, que se inicia em junho e que se caracteriza por uma precipitação mensal inferior a 8% do volume anual de chuva. A temperatura média anual é de 25,8° C, com a amplitude térmica variando mais ou menos 2° C entre o máximo e o mínimo valor mensal. Na Jari a vegetação é do tipo Floresta Ombrófila Densa. Os solos são do tipo Latossolo Amarelo Distrófico, com textura argilosa pesada.

##### 3.1.1 Histórico da Área de Estudo

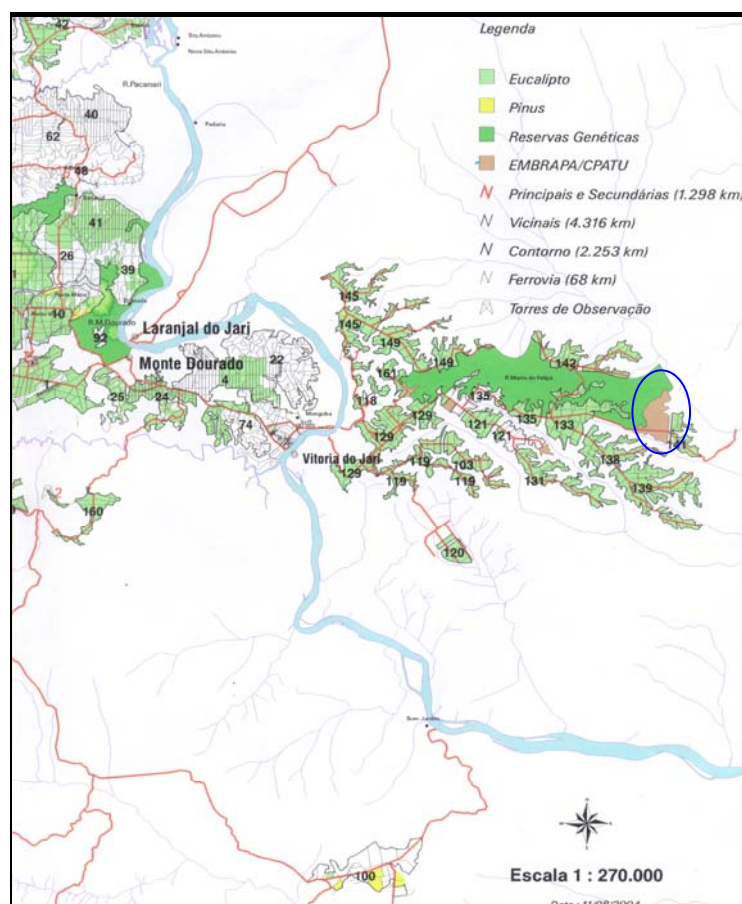
O experimento foi iniciado em 1983, com a realização do inventário pré-exploratório considerando todas as árvores com dap  $\geq$  50 cm. Em 1985 foi realizada a exploração florestal na área de floresta primária, retirando 15%, 25% e 35% do volume total das árvores com dap  $\geq$  50 cm, correspondendo, aproximadamente, a 25

m<sup>3</sup>/ha, 40m<sup>3</sup>/ha e 60m<sup>3</sup>/ha, respectivamente. Foram exploradas árvores com dap  $\geq$  60 cm, de 42 espécies de valor comercial na região. O tratamento silvicultural foi realizado em 1994, aplicando-se dois tipos de desbaste: desbaste sistemático, com duas intensidades de redução da área basal original (30% e 50%) e o desbaste seletivo.

FIGURA 4 – LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA FLORESTA DA JARI



FIGURA 5 – ÁREA EXPERIMENTAL DA EMBRAPA NA FLORESTA DA JARI





#### 3.1.1.1 Inventário pré-exploratório

O inventário pré-exploratório foi realizado a uma intensidade de 100%, considerando todas as árvores com  $\text{dap} \geq 50$  cm, na área experimental de 500 ha. No inventário, a floresta apresentou área basal de  $13,56 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ , sendo  $8,56 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$  desse total, de espécies de valor comercial. Também foi obtido um volume total de  $86.950 \text{ m}^3$ , sendo  $56.085 \text{ m}^3$  de espécies comerciais. O volume total por hectare foi  $173,18 \text{ m}^3$  com  $112,17 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$  de espécies de valor comercial madeireiro. Foram encontradas 255 espécies, sendo 93 espécies comerciais para um total de 16.467 árvores tendo em média de 33 árvores por hectare (CARVALHO et al., 1987).

#### 3.1.1.2 Exploração florestal

A exploração foi realizada em 400 ha. Foram exploradas árvores com  $\text{dap} \geq 60$  cm, de 42 espécies de valor comercial na região. Todas as informações relativas a este subitem foram retiradas de CARVALHO et al. (1987).

As árvores exploradas foram previamente marcadas, com auxílio de um mapa de localização, obedecendo a uma distribuição regular na área. Com isto procurou-se evitar abertura de grandes clareiras pela derrubada e a concentração de operações com máquinas pesadas em um mesmo local.

Foram deixadas matrizes de todas as espécies exploradas, de forma proporcional à abundância de cada espécie, considerando a sua frequência na área. Algumas espécies comerciais não foram exploradas por apresentarem poucos indivíduos na área.

A exploração foi feita em três intensidades diferentes. A menor intensidade foi de 15% do volume total por hectare ( $173,18 \text{ m}^3$ ) obtido no inventário pré-exploratório, correspondendo a  $26 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ; a intensidade média foi de 25% do volume, correspondendo a  $43 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ ; e a maior foi de 35% do volume, correspondendo a  $61 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ . Em média foram exploradas três árvores por hectare na primeira intensidade, cinco na segunda e sete na terceira.

Foram construídos 2,5 km de estradas principais, 4,8 km de estradas secundárias, 17,0 km de trilhas de extração e 29 pátios de estocagem, sendo 27 com dimensões de 50 m x 50 m e dois de 50 m x 100 m.

A derrubada foi feita com seis equipes. Cada equipe formada por dois motosserristas e um ajudante. A produção por motosserrista foi de 15 árvores por dia, correspondendo em média a um volume de 75 m<sup>3</sup>/dia, ou 25 m<sup>3</sup> por hora efetiva de serra.

No arraste das toras foram utilizados quatro skidders Caterpillar 528, dois TS 22 Müller e um Clark 668.

Os custos de exploração foram de Cz\$ 139,85 (Cento e trinta e nove cruzados e oitenta centavos) por metro cúbico de madeira explorado, correspondendo a US\$ 10.10 (dez dólares e dez centavos americanos) em março de 1986. No cálculo dos custos considerou-se as seguintes atividades: construção de estrada principal, vias secundárias, pátios de estocagem, e ramais de arraste, derrubada, extração, carregamento de toras e transporte. Incluiu-se também gastos com administração (15%) e imprevistos (10%).

#### 3.1.1.3 Tratamento silvicultural

Os tratamentos silviculturais foram realizados em 1994, nove anos após a exploração. O desbaste objetivou reduzir a competição entre árvores por espaço, luz e nutrientes, proporcionando aumento da sobrevivência, do crescimento e estabelecimento da regeneração natural das espécies de valor econômico.

As técnicas utilizadas foram o desbaste sistemático, que consistiu em eliminar árvores de espécies não-comerciais a partir de um diâmetro mínimo de 15cm, até atingir a redução de área basal planejada e o desbaste seletivo, que se resumiu na eliminação de árvores de espécies não-comerciais cujas copas estivessem competindo com árvores de espécies comerciais selecionadas para futura extração. A determinação das áreas basais a serem reduzidas foi feita com base nas tabelas de distribuição de

área basal por espécie antes da exploração. Nessa redução da área basal foi considerada aquela inicialmente provocada pela exploração florestal, ou seja, o impacto ocasionado pela exploração foi incluído (COSTA et al., 2001).

A determinação do diâmetro mínimo das árvores a serem eliminadas em cada tratamento foi realizada da seguinte maneira: somou-se a área basal da maior para a menor classe de diâmetro até obter um valor aproximado ao da área basal a ser reduzida. Tomou-se o cuidado, durante o planejamento, de evitar a eliminação ou o risco de extinção de qualquer espécie, preservando com isso, a riqueza florística da comunidade. Cuidados especiais foram tomados para evitar o anelamento de árvores das espécies consideradas importantes para a fauna e para as atividades extrativistas.

A desvitalização foi realizada através da anelagem com entalhes, que consiste em um anel feito com golpes contínuos de machadinha em torno do fuste das árvores, sem a retirada da casca (Figura 6) e a aplicação de Tordon 2,4 D, diluído em água a uma concentração de 10% pulverizado nos anéis (COSTA et al., 2001).

FIGURA 6 – ÁRVORE ANELADA DURANTE A APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS NA FLORESTA DA JARI



### 3.1.2 Delineamento Experimental

Em 400 ha foram plotados três blocos de 48 ha, que compõem o experimento, totalizando uma área amostral de 144 ha. Todos os blocos têm bordaduras e foram deixadas faixas entre um bloco e outro e, entre os blocos e as estradas permanentes. Os 100 ha restantes foram mantidos como testemunha.

O delineamento foi estruturado em blocos ao acaso com três repetições. As alternativas de manejo testadas foram combinações de intensidades de exploração com intensidade de desbastes. As intensidades de exploração foram representadas por porcentagens do volume extraído em relação ao volume total da floresta a partir do diâmetro à altura do peito (dap) de 60 cm. Aplicaram-se intensidades de 15% (intensidade leve), 25% (intensidade média) e 35% (intensidade pesada). Essas foram combinadas com dois tipos de intensidades de desbastes, o desbaste sistemático (esse consiste em desvitalizar árvores não comerciais a partir de um diâmetro mínimo selecionado até atingir a redução de área basal planejada) nas intensidades de 30% e 50% de redução da área basal original e o desbaste seletivo, ou de liberação de copas, que consistiu em desvitalizar árvores de espécies não-comerciais cujas copas estavam competindo por luz com as copas das árvores selecionadas para a próxima colheita. Os tratamentos resultantes foram os seguintes:

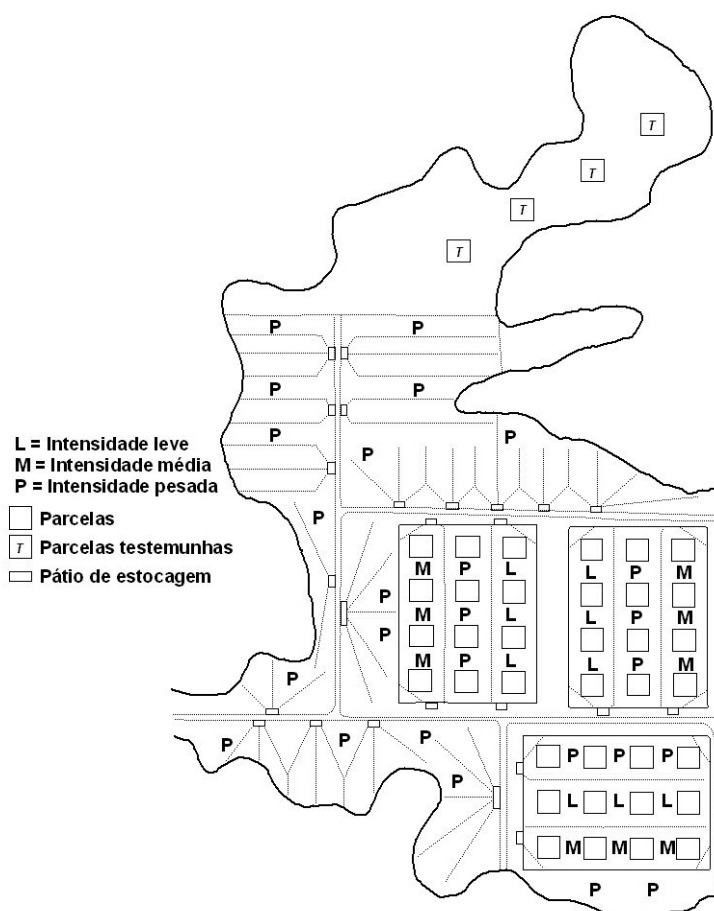
- T<sub>1</sub> – Exploração de 15% do volume total das árvores de dap > 60 cm, sem redução da área basal após a exploração;
- T<sub>2</sub> – Exploração de 15% do volume total das árvores de dap > 60 cm, com redução de 30% da área basal original através de tratos silviculturais;
- T<sub>3</sub> – Exploração de 15% do volume total das árvores de dap > 60 cm, com redução de 50% da área basal original através de tratos silviculturais;
- T<sub>4</sub> – Exploração de 15% do volume total das árvores de dap > 60 cm,

com redução de 70% da área basal original através de tratamentos silviculturais;

- T<sub>5</sub> – Exploração de 25% do volume total das árvores de dap > 60 cm, sem redução da área basal após a exploração;
- T<sub>6</sub> – Exploração de 25% do volume total das árvores de dap > 60 cm, com redução de 30% da área basal original através de tratamentos silviculturais;
- T<sub>7</sub> – Exploração de 25% do volume total das árvores de dap > 60 cm, com redução de 50% da área basal original através de tratamentos silviculturais;
- T<sub>8</sub> – Exploração de 25% do volume total das árvores de dap > 60 cm, com redução de 70% da área basal original através de tratamentos silviculturais;
- T<sub>9</sub> – Exploração de 35% do volume total das árvores de dap > 60 cm, sem redução da área basal após a exploração;
- T<sub>10</sub> – Exploração de 35% do volume total das árvores de dap > 60 cm, com redução de 30% da área basal original através de tratamentos silviculturais.
- T<sub>11</sub> – Exploração de 35% do volume total das árvores de dap > 60 cm, com redução de 50% da área basal original através de tratamentos silviculturais;
- T<sub>12</sub> – Exploração de 35% do volume total das árvores de dap > 60 cm, com redução de 70% da área basal original através de tratamentos silviculturais.

Dentro dos blocos experimentais a exploração foi feita em faixas, sendo cada faixa (200 m x 800 m) com uma intensidade diferente. Fora dos blocos a intensidade de exploração foi de 35% do volume (Figura 7).

FIGURA 7 – CROQUI DO EXPERIMENTO (L – INTENSIDADE LEVE; M – INTENSIDADE MÉDIA; P – INTENSIDADE PESADA)



### 3.2 MONITORAMENTO DA FLORESTA

Na área experimental de 500 hectares estão locadas 40 parcelas permanentes de um hectare, cada uma. Trinta e seis na área explorada e quatro na área não explorada. A primeira medição foi realizada em 1984, a exploração em 1985 e as remediações em 1986, 1988, 1990, 1994, 1996 e 2004 (Figura 7).

A metodologia empregada para instalação e coleta de dados das unidades amostrais (parcelas permanentes) foi desenvolvida e disponibilizada no Protocolo de Inventário para Monitorar o Crescimento e Produção de Florestas Tropicais, assim como também, a criação de banco de dados utilizando-se o SFC (Sistema de Inventário Florestal Contínuo) (SILVA e LOPES, 1984).

### 3.2.1 Procedimentos de Medição

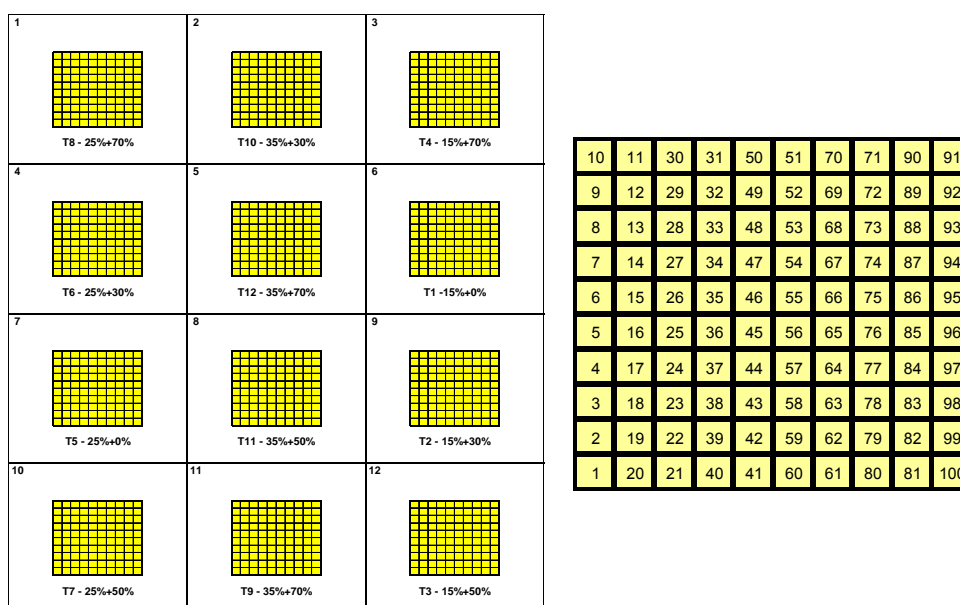
Todas as árvores com diâmetro maior ou igual a 20,0 cm foram medidas periodicamente nas parcelas.

As parcelas permanentes possuem forma quadrada, com dimensões de 100 m x 100 m (1,00 ha) e foram internamente subdivididas em 100 unidades de observações menores de 10 m x 10 m (subparcelas) para facilitar a localização e o controle de cada árvore a ser medida e monitorada. As subparcelas foram numeradas de 1 a 100, iniciando sempre pelo canto sudoeste, conforme ilustra a Figura 8. As variáveis tomadas para cada árvore segundo SILVA e LOPES (1984) são:

#### 3.2.1.1 Número da árvore

Cada árvore recebeu uma plaqueta (alumínio ou plástico) com um número composto por seis dígitos: os dois primeiros dígitos identificam a parcela, o terceiro e o quarto referem-se à subparcela e os dois últimos identificam a árvore propriamente dita (Figura 9a). Cada subparcela tem sua seqüência própria de numeração, ou seja, a cada nova subparcela a numeração recomeça.

FIGURA 8 - DESENHO ESQUEMÁTICO DO BLOCO EXPERIMENTAL E DE UMA PARCELA PERMANENTE DE 1,00 HA (100 m X 100 m)



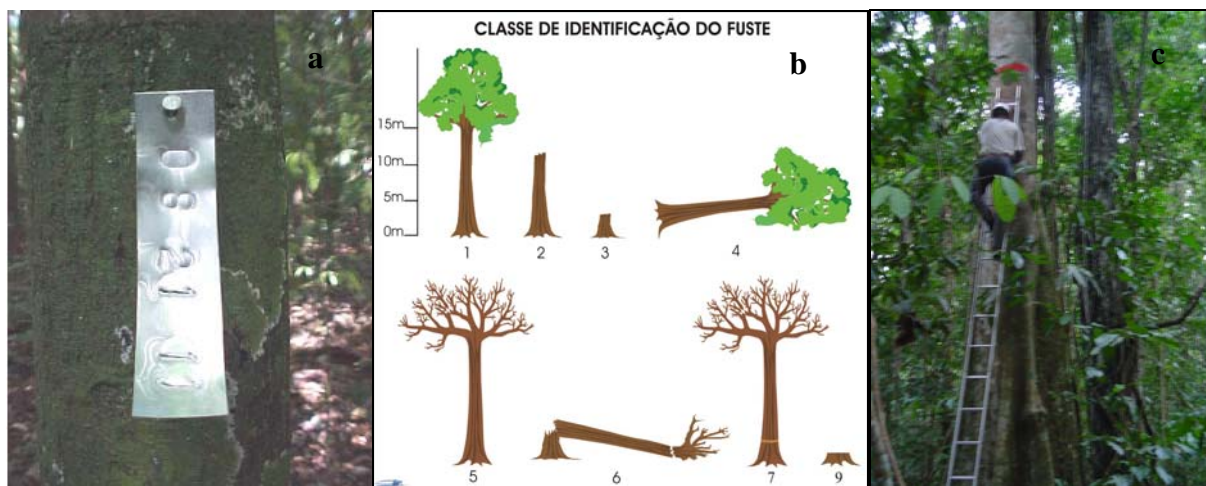
### 3.2.1.2 Classe de identificação do fuste – CIF

Esta variável descreve os diversos estados em que podem ser encontradas as árvores em uma floresta. Esses estados são resultantes de seu próprio crescimento, ou de alterações provocadas pelo homem ou pela natureza (Tabela 1 e Figura 9b).

TABELA 1 - CÓDIGOS USADOS PARA CLASSE DE IDENTIFICAÇÃO DO FUSTE DE ÁRVORES

| Árvore              | Completa | Decapitada (sem copa) |               | Toco de exploração | Não Encontrada |
|---------------------|----------|-----------------------|---------------|--------------------|----------------|
|                     |          | fuste > 4,0 m         | Fuste < 4,0 m |                    |                |
| Viva em pé          | 1        | 2                     | 3             | 9                  | 10             |
| Viva caída          |          | 4                     |               |                    |                |
| Morta natural       |          | 5                     |               |                    |                |
| Morta p/ exploração |          | 6                     |               |                    |                |
| Morta p/ tratamento |          | 7                     |               |                    |                |

FIGURA 9 - A - IDENTIFICAÇÃO DA ÁRVORE, B - CLASSE DE IDENTIFICAÇÃO DO FUSTE (CIF), C - PONTO DE MEDIÇÃO DO DIÂMETRO (PDM)



### 3.2.1.3 Medição do diâmetro

A medição do diâmetro foi feita com fita diamétrica, com precisão em milímetros, em todas as árvores com  $dap \geq 20,0$  cm, incluindo as caídas, quebradas e danificadas. Os diâmetros foram medidos em um ponto fixo chamado ponto de medição



– PDM. O PDM foi estabelecido sempre que possível a 1,30m do solo (dap – diâmetro à altura do peito). O local era livre de cipós ou qualquer outra anomalia que levasse a erros de leitura. O PDM foi marcado com tinta a base de óleo, de cor vermelha, para evitar erros de leitura em medições subseqüentes (Figura 9c). Sempre que ocorreram sapopemas ou anormalidades como, danos ou deformações, o PDM era transferido para um ponto acima, livre desses impedimentos (Figura 9c). Quando isso ocorreu, foi registrada na ficha de campo a mudança do PDM.

#### 3.2.1.4 Identificação botânica

As árvores foram identificadas no campo pelo nome comum por identificadores botânicos da Embrapa Amazônia Oriental e da Companhia Jari. A partir da segunda coleta atenção especial foi dispensada para a coleta de material botânico e sempre que possível, em nível de espécie.

#### 3.2.1.5 Iluminação da copa

Descreve o grau de iluminação da copa das árvores. Além disso, indica a necessidade de aplicar tratamento silvicultural (Figura 10a).

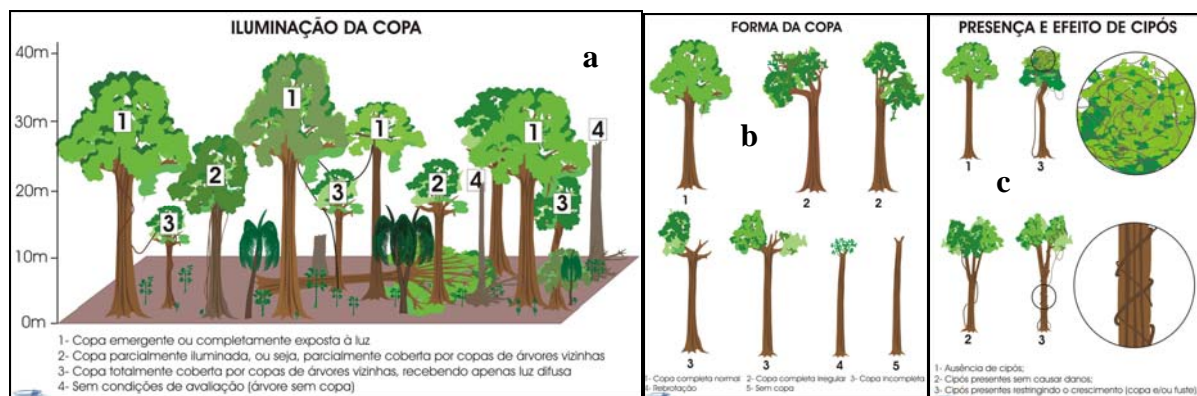
#### 3.2.1.6 Forma da Copa

Descreve a forma da copa da árvore. É uma informação muito importante, pois árvores com copas muito danificadas podem ser eliminadas na ocasião do tratamento silvicultural (Figura 10b).

#### 3.2.1.7 Presença e efeito dos cipós

Avalia o grau de infestação de cipós e os efeitos que esses estão causando ao desenvolvimento da árvore. Indica a necessidade ou não de aplicar tratamento silvicultural de corte de cipó (Figura 10c).

FIGURA 10 - A - ILUMINAÇÃO DA COPA, B - FORMA DA COPA, C - PRESENÇA E EFEITO DE CIPÓS



### 3.2.1.8 Situação silvicultural

Identifica a situação em que se encontra cada árvore em relação às ações silviculturais aplicadas na floresta: 1 - Árvore reservada para exploração, 2 - Árvore anelada, 3 - Árvore anelada e tratada com produto químico, 4 - Árvore beneficiada por tratamento silvicultural e, 5 - Árvore não reservada nem tratada.

### 3.2.1.9 Coordenadas cartesianas

Mediram-se as coordenadas x e y de cada indivíduo na parcela. As árvores não são georeferenciadas. As coordenadas (0, 0) e (100, 100) referem-se ao cantos inferior esquerdo da subparcela 1 e superior direito da subparcela 91(Figura 8).

## 3.3 ANÁLISE DOS DADOS

### 3.3.1 Estrutura da Floresta

#### 3.3.1.1 Diversidade florística

Para quantificar a diversidade de espécies para cada tratamento nos

diferentes anos de medições usou-se o Índice de Shannon, o Índice de Equitabilidade (J) e o Índice Alfa de Fisher ( $\alpha$ ), a variável utilizada nas estimativas dos índices foi o número de indivíduos.

- Número de espécies:  $S$
- Número total de indivíduos:  $n$
- Índice de Shannon: varia de 0 para comunidade com uma única espécie, para valores altos, para comunidades com poucas espécies e com poucos indivíduos por espécie, é definido pela fórmula  $H' = -\sum_{i=1}^s \frac{n_i}{n} \ln\left(\frac{n_i}{n}\right)$ .
- Índice de Equabilidade (J): índice de Shannon ( $H'$ ) dividido pelo logaritmo do número total de espécies,  $J = \frac{H'}{\ln S}$ . Mede a regularidade com que os indivíduos estão divididos dentro da área. O índice de equabilidade varia entre 0 e 1, onde 1 representa a máxima uniformidade, isto é, todas as espécies são igualmente abundantes.
- Alfa de Fisher: mede a diversidade, definido implicitamente pela fórmula  $S = \alpha \ln\left(1 + \frac{n}{\alpha}\right)$ , onde  $\alpha$  é o alfa de Fisher.

### 3.3.1.2 Similaridade florística

Este estudo foi feito através de dendrograma de similaridade (Análise de Agrupamento) onde se analisou o grupo de tratamentos para os períodos de medições com objetivo de determinar quais são mais parecidos e os mais dissimilares entre si. Para visualizar estes relacionamentos foi construído o **dendrograma**.

As células da Matriz de Similaridade foram preenchidas com os valores do Índice de Similaridade de Morisita.

$$C_k = \frac{2 \sum^n X_{ij} X_{ik}}{(\lambda_1 + \lambda_2) N_j N_k},$$

onde:

$C_k$  = Índice de similaridade de Morisita entre as amostras j e k;

$X_{ij}$ ,  $X_{ik}$  = Número de indivíduos da espécie i na amostra j e na amostra k;

$N_j = \sum X_{ij}$  = Número total de indivíduos na amostra j;

$N_k = \sum X_{ik}$  = Número total de indivíduos na amostra k;

$$\lambda_1 = \frac{\sum^n [X_{ij}(X_{ij} - 1)]}{N_j(N_j - 1)}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum^n [X_{ik}(X_{ik} - 1)]}{N_k(N_k - 1)}$$

O índice de Morisita é facilmente interpretado como a probabilidade:

$$\frac{\left\{ \begin{array}{c} \text{Probabilidade que um indivíduo tomado da amostra j e outro tomado da amostra k} \\ \text{pertencam a mesma espécie} \end{array} \right\}}{\left\{ \begin{array}{c} \text{Probabilidade que dois indivíduos tomados da amostra j ou da amostra k} \\ \text{sejam da mesma espécie} \end{array} \right\}}$$

Para calcular o Índice de Similaridade de Morisita somou-se os dados de cada uma das três parcelas (quatro parcelas no tratamento testemunha) replicada para cada combinação de tratamento de exploração e tipo de liberação/refinamento numa lista principal para aquela combinação.

### 3.3.1.3 Dinâmica da floresta

Para a discussão sobre a dinâmica da Floresta Tropical em estudo, foram efetuados os cálculos dos incrementos periódicos anuais, das taxas de recrutamento e de mortalidade (relativos). Calculou-se também o tempo de meia vida. Estes valores foram calculados para todas as espécies e para o conjunto de espécies comerciais e por tratamento.

A dinâmica sobre os tratamentos foi caracterizada com base na mudança de densidade (número de árvores por hectares,  $n.ha^{-1}$ ), área basal ( $m^2.ha^{-1}$ ) e volume ( $m^3.ha^{-1}$ ).

Dois tipos de mortalidade foram considerados: mortalidade devido a causas naturais e mortalidade devido à atividade de exploração (mortalidade devido a danos na exploração, destruição durante a colheita ou devido a tratamento silvicultural).

Utilizou-se a seguinte equação para estimar o volume das árvores (SILVA; ARAÚJO, 1984; SILVA et al., 1984):

$$V = \begin{cases} -0,0994 + 0,00091941DAP^2 & R^2 = 0,96 \quad S_{yx}(\%) = 12 \quad \text{se } DAP < 45cm \\ e^{(-7,6281 + 2,1809 \cdot \ln(DAP))} & R^2 = 0,84 \quad S_{yx}(\%) = 16 \quad \text{se } DAP \geq 45cm \end{cases}$$

A área basal por hectare (parcela) foi obtida pela soma das áreas transversais (seccionais) de cada árvore. O volume por hectare (parcela) foi obtido pela somatória dos volumes individuais de cada árvore.

A fórmula para o cálculo do incremento periódico anual foi a seguinte:

$$\begin{aligned} Crescimento_{21} &= DAP_2 - DAP_1 \\ Nanos_{21} &= ANO_2 - ANO_1 \\ Nmes_{21} &= MES_2 - MES_1 \\ Intervalo\ ano_{21} &= Nanos_{21} + \frac{Nmes_{21}}{12} \\ IPA_{21} &= \frac{Crescimento_{21}}{Intervalo\ ano_{21}} \end{aligned}$$

Onde:

$DAP_1$ : Diâmetro no início do período;

$DAP_2$ : Diâmetro no final do período;

$Crescimento_{21}$ : Crescimento em diâmetro do período;

$ANO_1$ : Ano no início do período;

$ANO_2$ : Ano no final do período;

$Nanos_{21}$ : Número de anos período;

$Mês_1$ : Mês no início do período;

$Mês_2$ : Mês no final do período;

$Mês_{21}$ : Número de meses do período;

*Intervalo ano<sub>2I</sub>*: Intervalo em anos período;

*IPA<sub>2I</sub>*: Incremento periódico anual.

Expressões semelhantes a essas foram utilizadas para os cálculos dos incrementos periódicos anuais em diâmetro (diâmetro médio da parcela), área basal (G/ha) e volume (V/ha) para todos os intervalos de medições.

PELLICO NETTO e BRENA (1997) usam a expressão mudança para designar as diferenças ocorridas na floresta entre dois inventários. Entretanto, o termo incremento foi mantido neste trabalho por trata-se da expressão mais usual e conhecida.

A taxa anual de mortalidade foi calculada pelo modelo logarítmico utilizado por LIEBERMAN e LIEBERMAN (1987) e SWAINE et al. (1987), que assume que a mortalidade declina logaritmicamente com o tempo.

$$m = 100 \left( \frac{\ln N_0 - \ln N_1}{t} \right),$$

onde:

$m$  = taxa anual de mortalidade;

$N_0$  = número de indivíduos na amostra inicial;

$N_1$  = número de indivíduos na amostra final;

$\ln$  = logaritmo neperiano;

$t$  = tempo de observações em anos.

A meia vida da floresta ou o tempo estimado para que a população seja reduzida à metade (SWAINE *et al.*, 1987) foi obtido por:

$$t_{0,5} = \frac{\ln(0,5)}{\ln(1-m)},$$

onde:

$t_{0,5}$  = meia vida;

$\ln$  e  $m$  = como definido.

O ingresso relativo foi obtido dividindo número de árvores que ingressou no período pelo número de árvores no início do referido período multiplicado por 100.

### 3.3.2 Testes Estatísticos

#### 3.3.2.1 Análise de variância de dados repetidos no tempo – Medições Repetidas (von ENDE, 2001; MOSER et. at., 1990).

As análises realizadas subsequente visaram avaliar se os crescimentos em diâmetro, área basal e volume, a mortalidade, o recrutamento e incrementos periódicos anuais em diâmetro, área basal e volume foram influenciados pelas diferentes intensidades de exploração, com o passar do tempo. A análise do experimento obedeceu ao seguinte modelo experimental:

$$X_{ijkl} = \mu + R_i + T_j + RT_{ij} + B_k + RB_{ik} + TB_{jk} + RTB_{ijk} + \varepsilon_{m(ijk)}$$

R = Bloco            i = 1,...r = 3

T = Tratamento (IE)    j = 1, ...,p = 12

B = Tempo (T)    k = 1, ..., q = 7

$X_{ijk}$  = a observação correspondente ao i-ésimo bloco, j-ésimo tratamento e k-ésimo tempo;

$\mu$  = média geral comum a todas as observações;

$R_i$  = efeito do i-ésimo bloco – fator aleatório;

$T_j$  = efeito do j-ésimo tratamento fator fixo;

$B_k$  = efeito do k-ésimo tempo – fator fixo;

$\varepsilon_{m(ijk)}$  = erro aleatório associado à observação  $X_{ijk}$  - fator aleatório;

Os outros termos são padrões para as interações entre os principais fatores R, T e B.

A estimação dos componentes de variância do modelo, cujo objetivo é verificar no quociente do teste F, qual o denominador adequado para testar uma determinada hipótese, fez-se conforme apresentado a seguir na Tabela 2.

TABELA 2 - COMPONENTES DE VARIÂNCIA DO MODELO EXPERIMENTAL

| Fonte de Variação      | GL                      | r<br>A<br>I | P<br>F<br>J | Q<br>F<br>K | 1<br>A<br>M | E(QM)  |
|------------------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| $R_i$                  | $r - 1$                 | 1           | P           | Q           | 1           | $\sigma_{\varepsilon}^2 + pq\sigma_{RT}^2$             |
| $T_j$                  | $p - 1$                 | r           | 0           | Q           | 1           | $\sigma_{\varepsilon}^2 + q\sigma_{RT}^2 + rq\phi_T$   |
| $RT_{ij}$              | $(r - 1)(p - 1)$        | 1           | 0           | Q           | 1           | $\sigma_{\varepsilon}^2 + q\sigma_{RT}^2$              |
| $B_k$                  | $q - 1$                 | r           | P           | 0           | 1           | $\sigma_{\varepsilon}^2 + p\sigma_{RB}^2 + rp\phi_B$   |
| $RB_{ik}$              | $(r - 1)(q - 1)$        | 1           | P           | 0           | 1           | $\sigma_{\varepsilon}^2 + p\sigma_{RB}^2$              |
| $TB_{jk}$              | $(p - 1)(q - 1)$        | r           | 0           | 0           | 1           | $\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{RTB}^2 + r\phi_{TB}$ |
| $RTB_{ijk}$            | $(r - 1)(p - 1)(q - 1)$ | 1           | 0           | 0           | 1           | $\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{RTB}^2$              |
| $\varepsilon_{m(ijk)}$ | -                       | 1           | 1           | 1           | 1           | $\sigma_{\varepsilon}^2$ (não recuperável)             |

Uma vez que o erro quadrado médio não pode ser isolado neste experimento,  $\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{RTB}^2$  é tomado como o erro da subparcela e  $\sigma_{\varepsilon}^2 + q\sigma_{RT}^2$  é o erro total da parcela. Assim, os componentes de variância foram estruturados como segue (Tabela 3):

TABELA 3 - ANOVA DE MEDIDAS REPETIDAS

|            | FONTE DE VARIAÇÃO     | GL  | E(QM)  |
|------------|-----------------------|-----|--|
| Parcela    | <i>Bloco (R)</i>      | 2   | $\sigma_{\varepsilon}^2 + 84\sigma_{RT}^2$             |
|            | <i>Tratamento (T)</i> | 11  | $\sigma_{\varepsilon}^2 + 7\sigma_{RT}^2 + 21\phi_T$   |
|            | <i>Erro (a)</i>       | 22  | $\sigma_{\varepsilon}^2 + 7\sigma_{RT}^2$              |
| Subparcela | <i>Tempo (B)</i>      | 6   | $\sigma_{\varepsilon}^2 + 12\sigma_{RB}^2 + 36\phi_B$  |
|            | <i>R x B</i>          | 12  | $\sigma_{\varepsilon}^2 + 12\sigma_{RB}^2$             |
|            | <i>T x B</i>          | 66  | $\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{RTB}^2 + 3\phi_{TB}$ |
|            | <i>Erro (b)</i>       | 132 | $\sigma_{\varepsilon}^2 + \sigma_{RTB}^2$              |
|            | <i>Total</i>          | 251 |  |

Os valores de F serão substituídos por G-G e H-F, que são probabilidades ajustadas por Greenhouse-Geisser e Huynh-Feldt (von ENDE 2001)

Com o avanço dos pacotes de computador fez-se desnecessário ponderar os detalhes de como calcular a esfericidade. SAS e o SPSS produzem um teste conhecido como o teste de Mauchly que testa a hipótese que as variâncias das diferenças entre contrastes são iguais. Então, se a estatística de teste de Mauchly é significativa (isto é,



tem um valor de probabilidade menor que 0,01) deve-se concluir que há diferenças significantes entre as variâncias dos contrastes, logo, a condição de esfericidade não foi atendida. Assim, em resumo, se o teste de Mauchly é significativo, então deve-se ser cauteloso com o F produzido pelo computador.

Se os dados violam a pré-suposição de esfericidade há várias correções que podem ser aplicadas para produzir um F válido. O SAS e o SPSS produzem duas correções fundamentadas nas estimativas de esfericidade defendidas por GREENHOUSE e GEISSER (1958) e HUYNH e FELDT (1976). Estas estimativas dão origem a um fator de correção que é aplicado aos graus de liberdade, usado para calcular o valor do F observado.

A análise de variância de medidas repetidas foi conduzida usando o programa SAS 8.02 licenciado para a Embrapa. As comparações das médias pelo teste Scott-Knott (SCOTT e KNOTT, 1974) foram executadas com o auxílio do programa GENES/UFV (CRUZ, 2001).

### 3.3.3 Agrupamento Ecológico de Espécies

O processo para agrupamento das espécies envolveu três estágios: Análise de Cluster (Espécies populosas -  $N^0$  de Indivíduos  $\geq 50$ ), Análise Discriminante ( $10 \leq N^0$  de Indivíduos  $< 50$ ) e, Método subjetivo ( $N^0$  de Indivíduos  $< 10$ ).

#### 3.3.3.1 Análise de Cluster: Espécies mais Populosas

As variáveis características de cada espécie na Análise de Cluster são: taxa média de crescimento e percentil 95% da distribuição de frequência cumulativa dos diâmetros (como um índice do comportamento da mortalidade). As taxas de crescimento foram avaliadas usando cada um dos intervalos de medição: 1984-1986, 1986-1988, 1988-1990; 1990-1994, 1994-1996, 1996-2004. O agrupamento tem como objetivo capturar a diferença no comportamento das espécies entre áreas submetidas a diferentes tratamentos.

### 3.3.3.2 A Análise Discriminante: Espécies menos Populosas

A abordagem usada foi de tomar as espécies com pelo menos 10 e menos de 50 árvores nos dados e usar o ponto percentil 95% na distribuição cumulativa de dap e a taxa média de crescimento como características para acrescentar as espécies aos grupos existentes (Análise de Cluster).

### 3.3.3.3 Método Subjetivo: Acrescentando os Grupos Taxonômicos Restantes aos Grupos Formados

As espécies que restaram foram designadas aos grupos existentes através de características botânicas ou informações disponíveis na literatura.

Se os tratamentos silviculturais mostrarem efeitos significativos sobre os incrementos periódicos em diâmetro para todos os períodos, tais efeitos também serão evidentes nos resultados da análise de agrupamento. Assim, a presente análise foi feita para todas as espécies, por tratamento e para todo o período de estudo. Isto permitiu a avaliação dos efeitos dos tratamentos sobre a classificação dos grupos.

## 3.4 MODELO DE CRESCIMENTO

### 3.4.1 Equações Diferenciais de Primeira Ordem

A estrutura da distribuição diamétrica do povoamento foi estudada sob a forma de equações diferenciais de primeira ordem, para cada tratamento. O objetivo inicial era fazer este estudo para cada grupo ecológico, mas os dados não foram suficientes. Esse sistema de equações permite obter os valores das variáveis de estado do sistema para qualquer ponto no tempo, não se restringindo a intervalos múltiplos do intervalo original na derivação da matriz de transição.

### 3.4.1.1 Formulação e solução do modelo

A formulação do modelo correspondente baseia-se na estratégia adotada no modelo matricial de BUONGIORNO e MICHIE (1980).

Sejam as seguintes variáveis:

$Y_i(t)$ :  $n^0$ , por unidade de área, de árvores vivas na  $i$ -ésima classe diamétrica, no tempo  $t$ ;

$B(t)$ : área basal total por unidade de área, no tempo  $t$ ;

$N(t)$ : número total, por unidade de área, de árvores vivas no tempo  $t$ .

Após testar numerosas variáveis e combinações de variáveis propostas por MOSER (1972), SOLOMON (1986) e DAVIDSON et al. (1989), a melhor regressão para o ingresso foi dada pela seguinte expressão:

$$Y_0(t) = \beta_0 - \beta_1 B(t) + \beta_2 N(t) + \beta_3 \Delta_t \quad [1]$$

Onde  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$  são constantes positivas e  $\Delta_t$  é o intervalo de tempo entre duas medições.

A área basal total, por unidade de área, no tempo  $t$ , foi calculada pela seguinte fórmula:

$$B(t) = \sum_{i=1}^n \frac{\pi d_i^2}{4} Y_i(t) \quad [2]$$

onde  $d_i$  é o diâmetro no centro da  $i$ -ésima classe diamétrica.

O número total de árvores, por unidade de área, no tempo  $t$ , foi dado por:

$$N(t) = \sum_{i=1}^n Y_i(t) \quad [3]$$

Substituindo-se as equações 2 e 3 em 1, tem-se:

$$Y_0(t) = \beta_0 - \sum_{i=1}^n \left[ \left( \beta_1 \frac{\pi d_i^2}{4} - \beta_2 \right) Y_i(t) \right] + \beta_3 \Delta_t \quad [4]$$

A variação no número de árvores da  $i$ -ésima classe diamétrica, durante um intervalo de tempo, é igual ao número de árvores que ingressaram nessa classe (árvores vindas da classe diamétrica imediatamente inferior) menos o número de árvores que deixaram a  $i$ -ésima classe (árvores que passaram para a classe diamétrica imediatamente superior mais aquelas que morreram ou foram colhidas durante aquele intervalo de tempo). Essa variação foi expressa, sob a forma de uma equação diferencial, como se segue:

$$\frac{dY_i}{dt} = a_{i1}Y_{i-1} - (a_{i2} + a_{i3})Y_i + b_i, \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \quad [5]$$

onde:

$a_{i1}$  = taxa (porcentagem) de árvores movendo-se da classe diamétrica " $i-1$ " para a  $i$ -ésima classe diamétrica ( $0 < a_{i1} \leq 1 \quad \forall i \leq n$ );

$a_{i2}$  = taxa (porcentagem) de árvores movendo-se da  $i$ -ésima classe diamétrica para a classe imediatamente superior ( $0 < a_{i2} \leq 1 \quad \forall i \leq n$  e  $a_{n2} = 0$ );

$a_{i3}$  = taxa de mortalidade (porcentagem) de árvores da  $i$ -ésima classe diamétrica durante  $dt$  ( $0 < a_{i3} \leq 1 \quad \forall i \leq n$ );

$b_i$  = constante associada à  $i$ -ésima classe diamétrica ( $b_i = \beta_0 + \beta_3 \Delta_t$  para  $i = 1$  e  $b_i = 0 \quad \forall i > 1$ ).

A descrição matemática da taxa de variação do número de árvores para cada uma das  $n$  classes de diâmetro produzirá o seguinte sistema genérico de equações diferenciais de primeira ordem:

$$\begin{aligned} \frac{dY_1}{dt} &= a_{11}Y_0 - (a_{12} + a_{13})Y_1 + \beta_0 + \beta_3 \Delta_t \\ \frac{dY_2}{dt} &= a_{21}Y_1 - (a_{22} + a_{23})Y_2 + 0 \\ \frac{dY_3}{dt} &= a_{31}Y_2 - (a_{32} + a_{33})Y_3 + 0 \\ &\vdots \\ \frac{dY_n}{dt} &= a_{n1}Y_{n-1} - a_{n3}Y_n + 0 \end{aligned}$$

Utilizando a notação matricial esse sistema pode ser escrito como:

$$\bar{Y}' = A\bar{Y} + \bar{b} \quad [6]$$

Para o caso homogêneo, tem-se que  $\bar{b} = \bar{0}$  e a equação 6 se resume a:

$$\bar{Y}' = A\bar{Y} \quad [7]$$

Se a matriz  $A$  possui  $n$  autovetores  $\bar{\rho}_{\lambda_1}, \dots, \bar{\rho}_{\lambda_n}$  associados aos respectivos autovalores,  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ , então a solução geral de [7] será dada (ZILL e CULLEN, 2001) por:

$$\bar{Y} = \bar{\rho}_{\lambda_1} \cdot e^{\lambda_1 t} = \dots = \bar{\rho}_{\lambda_n} \cdot e^{\lambda_n t} \Rightarrow \bar{Y} = \bar{\rho}_{\lambda} \cdot e^{\lambda t} \quad [8]$$

Substituindo a equação 8 na equação 7, tem-se a equação 9.

$$\bar{Y}' = A \cdot \bar{\rho}_{\lambda} \cdot e^{\lambda t} \quad [9]$$

Tomando a derivada da equação 8 em relação a "t", obtém-se a equação 10.

$$\frac{d\bar{Y}}{dt} = \bar{Y}' = \lambda \cdot \bar{\rho}_{\lambda} \cdot e^{\lambda t} = \lambda \cdot I_n \cdot \bar{\rho}_{\lambda} \cdot e^{\lambda t} \quad [10]$$

em que  $I_n$  é a matriz identidade de ordem  $n$ .

Subtraindo a equação 10 da equação 9, tem-se:

$$A \cdot \bar{\rho}_{\lambda} \cdot e^{\lambda t} - \lambda \cdot I_n \cdot \bar{\rho}_{\lambda} \cdot e^{\lambda t} = \bar{0} \Rightarrow [A - \lambda \cdot I_n] \bar{\rho}_{\lambda} \cdot e^{\lambda t} = \bar{0} \quad [11]$$

Dado que  $e^{\lambda t} \neq 0$ , então a equação 11 somente será satisfeita se:

$$[A - \lambda \cdot I_n] \bar{\rho}_{\lambda} = \bar{0} \quad [12]$$

Por outro lado, o sistema de equação terá solução não trivial, isto é, não nula, para  $\bar{\rho}_{\lambda}$  se, e somente se, a seguinte condição for verificada.

$$\det(A - \lambda \cdot I_n) = 0 \quad [13]$$

A obtenção do conjunto de autovalores,  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ , requer solução da equação 13. Especificamente,  $\bar{\rho}_{\lambda_k}$  é dito ser um autovalor de  $A$  se a seguinte condição for satisfeita:

$$(A - \lambda \cdot I_n) \bar{\rho}_{\lambda_k} = \bar{0} \quad [14]$$

em que  $(\bar{\rho}_{\lambda_k})^T = [\rho_1, \dots, \rho_n]$

O autovalor  $\bar{\rho}_{\lambda_k}$  será obtido, substituindo  $\lambda_k$  na equação 12. Uma vez que os autovetores  $\bar{\rho}_{\lambda_1}, \dots, \bar{\rho}_{\lambda_n}$  tenham sido determinados e se todos os autovalores  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ ,

possuírem multiplicidades igual a 1, isto é, se autovalor ocorrer uma única vez como solução da equação 13, então a solução homogênea do sistema de equações 6 será dada (ZILL; CULLEN, 2001) por:

$$\bar{Y}(t) = \sum_{i=1}^n (e^{\lambda_i t} \cdot \bar{p}_{\lambda_i} \cdot c_i) \quad [15]$$

em que  $c_i$  são constantes estabelecidas pelas condições iniciais.

Define-se agora  $\bar{w}(t)$  como sendo a matriz fundamental de solução para o sistema de equação 7, da seguinte forma:

$$\bar{w}(t) = e^{At} = [\bar{w}_1(t), \dots, \bar{w}_n(t)] \quad [16]$$

em que  $\bar{w}_i(t) = e^{\lambda_i t} \cdot \bar{p}_{\lambda_i}$  é a  $i$ -ésima coluna da matriz  $\bar{w}(t)$ , sendo, portanto, o  $i$ -ésimo vetor solução. É conveniente agrupar as constantes  $c_i$  da equação 15 em um vetor linha, da seguinte forma  $(\bar{c})^T = [c_1, \dots, c_n]$ .

Assim, a equação 15 poderá ser reescrita da seguinte maneira:

$$\bar{Y}(t) = \bar{w}(t) \cdot \bar{c} \quad [17]$$

A equação 17 é a solução homogênea, sob notação matricial, para o sistema de equações diferenciais de primeira ordem, dado pela equação 6.

Para o caso de um sistema não homogêneo ( $\bar{b} \neq \bar{0}$ ), a solução particular da equação 6 será dada por:

$$A \cdot \bar{Y} = -\bar{b} \Rightarrow \bar{Y} = -A^{-1} \cdot \bar{b} \quad [18]$$

A solução geral desse sistema poderá ser, então, obtida pela soma das equações 17 e 18, o que leva a:

$$\bar{Y}(t) = \bar{w}(t) \cdot \bar{c} - A^{-1} \cdot \bar{b} \quad [19]$$

A evolução da distribuição diamétrica será adequadamente formulada e resolvida como um sistema de equações diferenciais de primeira ordem. A solução do sistema de equações diferenciais conduziu a equações individuais que descrevem o número de árvores em cada classe diamétrica como uma função do tempo. Os níveis de exploração foram estudados como cenários de manejo, mantendo-se a remoção periódica do número de árvores nas diversas classes de diâmetro.

### 3.4.2 O Modelo SYMFOR (SIMFLORA)

O maior desafio dos que trabalham com manejo florestal é definir o ciclo de corte ótimo que assegure a sustentabilidade dos recursos em longo prazo. Com este propósito o Institute of Ecology and Resource Management, The University of Edinburgh, desenvolveu o SYMFOR.

#### 3.4.2.1 Parametrização do modelo (O Modelo Ecológico)

Parametrização é o processo de calcular ou estimar valores para os parâmetros usados no modelo para uma região particular ou tipo de floresta. Modelos empíricos são parametrizados usando regressões com base em dados reais (Item 2.3.2.1). Detalhes da parametrização são encontrados em PHILLIPS et al. (2004).

O banco de dados do "Sistema Inventário Contínuo - (SFC)" da Embrapa Amazônia Oriental, foi usado para parametrização do modelo. Os dados da Floresta Nacional de Tapajós compreenderam 60 parcelas permanentes do km 114 e 36 parcelas permanentes do km 67 de 0,25 ha cada. Todas as árvores com dap maior ou igual a 5 cm foram identificadas e medidas em sub-parcela de 10 m x 10 m. No km 114, 48 dessas parcelas foram instaladas em floresta explorada em 1981, com cinco remediações realizadas no período de 1981 a 1995. Doze parcelas se encontram em florestas não exploradas, com 4 inventários realizados no período de 1983 e 1995. Já no km 67 as parcelas foram exploradas em 1979, com sete inventários realizados no período de 1981 a 1997.

As parcelas da Jari já foram descritas com detalhes neste trabalho. Foi feita uma sub-amostragem (5 %) com as árvores de dap entre 5 e 20 cm.

Os valores usados para os parâmetros  $z_1$ ,  $z_2$  e  $z_3$ , equação de crescimento (Item 2.3.2.1.1), no cálculo do índice de competição absoluto para cada árvore, 9, 4 e 1, respectivamente. Estes valores foram selecionados arbitrariamente para representar o decréscimo na competição com o aumento da distância entre árvores.

Nas Tabelas 4 a 6 tem-se detalhes das variáveis usadas no agrupamento

ecológico de espécies (Tabela 7). Por exemplo, a Tabela 6 mostra que 85 espécies foram representadas por mais de 100 árvores.

Os modelos de crescimento, ingresso e mortalidade foram parametrizados separadamente para cada grupo ecológico de espécies (Tabelas 8 a 10).

Após a parametrização dos sub-modelos (crescimento, ingresso e mortalidades, etc.) estes foram implementados no SYMFOR como o Modelo Ecológico “Brazil-Tapajós”.

O Modelo Ecológico “Brazil-Tapajós” foi parametrizado para ser usado com dados de floresta primária ou manejada em terra firme da Amazônia Oriental ou outras áreas florestais similares.

TABELA 4 - OS VALORES DOS PARÂMETROS NA EQUAÇÃO DO ÍNDICE DE COMPETIÇÃO ABSOLUTO COMO UMA FUNÇÃO DE DIÂMETRO

| Parâmetro | $b_0$ | $b_1$  | $b_2$  |
|-----------|-------|--------|--------|
| Valor     | 6004  | -1,580 | -130,8 |

TABELA 5 - MÍNIMO E MÁXIMO VALORES DE COMPETIÇÃO INDEPENDENTE DO DIÂMETRO PARA AS DIFERENTES CLASSES DE COMPETIÇÃO USADO NO AGRUPAMENTO DE ESPÉCIES

| Valor Mínimo | Competição |              | Número de Espécies | IPA Diâmetro (cm.ano <sup>-1</sup> ) |
|--------------|------------|--------------|--------------------|--------------------------------------|
|              | Classes    | Valor Máximo |                    |                                      |
| 40           | Alta       | -            | 319                | 0,22                                 |
| -40          | Média      | 40           | 449                | 0,35                                 |
| -            | Baixa      | -40          | 322                | 0,41                                 |

TABELA 6 - MÍNIMO NÚMERO DE ÁRVORES POR ESPÉCIES NAS PARCELAS

| Nº mínimo de árvores | Número de espécies | Número de árvores | Porcentagem |
|----------------------|--------------------|-------------------|-------------|
| 100                  | 85                 | 38.848            | 81,6        |
| 50                   | 143                | 43.064            | 90,5        |
| 20                   | 235                | 46.107            | 96,9        |
| 1                    | 485                | 47.581            | 100,0       |



TABELA 7 - SUMÁRIO DAS CARACTERÍSTICAS DOS GRUPOS DE ESPÉCIES

| N <sup>0</sup> | Nome do grupo                             | P <sub>95</sub> | IPA  | Famílias/Espécies dominantes   | N <sub>t</sub> | N <sub>s</sub> |
|----------------|---|-----------------|------|--|----------------|----------------|
| 1              | Crescimento lento, dossel médio           | 41,8            | 0,21 | Sapotaceae, Lauraceae, <i>Guatteria poeppigiana</i>  | 8978           | 87             |
| 2              | Crescimento lento, sub-bosque             | 15,9            | 0,09 | <i>Rinorea flavescens</i> , <i>Duguetia echinophora</i> , <i>Talisia longifolia</i>                  | 5964           | 48             |
| 3              | Crescimento lento, dossel médio           | 57,2            | 0,29 | <i>Geissospermum sericeum</i> , <i>Carapa guianensis</i> , <i>Pouteria</i> spp.                      | 4851           | 76             |
| 4              | Crescimento lento, dossel inferior        | 27,7            | 0,18 | <i>Protium apiculatum</i> , <i>Rinorea guianensis</i> , <i>Neea</i> spp.                             | 11016          | 101            |
| 5              | Crescimento lento, dossel superior        | 72,5            | 0,26 | <i>Couratari oblongifolia</i> , <i>Minquartia guianensis</i> , <i>Sclerolobium chrysophyllum</i> ,   | 2732           | 34             |
| 6              | Rápido crescimento, dossel superior       | 76,0            | 0,54 | <i>Trattinickia rhoifolia</i> , <i>Didymopanax morototoni</i>  | 1356           | 29             |
| 7              | Pioneiras de rápido crescimento           | 35,8            | 0,54 | <i>Inga</i> spp., <i>Sloanea froesii</i> , <i>Bixa arborea</i> , <i>Jacaranda copaia</i>             | 8606           | 49             |
| 8              | Emergentes – climácicas                   | 104,0           | 0,37 | <i>Manilkara huberi</i> , <i>Goupia glabra</i> , <i>Hymenaea courbaril</i> , <i>Dipteryx odorata</i> | 1409           | 36             |
| 9              | Pioneiras de crescimento muito rápido     | 38,7            | 1,26 | <i>Cecropia sciadophylla</i> , <i>Jacaratia leucoma</i> , <i>Jacaratia spinosa</i>                   | 2007           | 9              |
| 10             | Crescimento muito rápido, dossel superior | 78,2            | 0,94 | <i>Tachigalia myrmecophylla</i> , <i>Sclerolobium tinctorium</i>                                     | 662            | 16             |

N<sup>0</sup> é o número do grupo, P<sub>95</sub> é o percentil 95 da distribuição acumulada de diâmetro (cm), IPA é o incremento periódico em diâmetro (cm.ano<sup>-1</sup>), N<sub>t</sub> é o número de árvores, e N<sub>s</sub> é o número de espécies, em cada grupo.

TABELA 8 - PARÂMETROS PARA O MODELO DE CRESCIMENTO E RESPECTIVO R<sup>2</sup>(%)

| Grupos | a <sub>0</sub> | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> | a <sub>3</sub> | a <sub>4</sub> | R <sup>2</sup> (%) |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| 1      | 0,0025         | 0,0077         | 0,0452         | -0,0005        | 0,1174         | 4,9                |
| 2      | 0,0054         | -0,0111        | 0,0504         | -0,0002        | 0,1136         | 5,7                |
| 3      | 0,7447         | -0,7389        | -0,0001        | -0,0007        | 0,1953         | 3,3                |
| 4      | 0,0041         | 0,0211         | 0,1590         | -0,0005        | 0,1030         | 5,5                |
| 5      | 0,0014         | 0,0221         | 0,0291         | -0,0004        | 0,0023         | 8,0                |
| 6      | -0,0506        | 0,0811         | 0,0046         | -0,0009        | 0,1523         | 14,4               |
| 7      | 2,2632         | -2,2464        | -0,0001        | -0,0016        | 0,3680         | 13,0               |
| 8      | -0,0029        | -0,1747        | 0,1634         | -0,0008        | 0,6001         | 9,2                |
| 9      | 0,0093         | 0,3329         | 0,0776         | -0,0050        | -0,4276        | 18,3               |
| 10     | 0,0065         | 0,0805         | 0,0287         | -0,0011        | -0,1354        | 15,9               |

TABELA 9 - VALORES DOS PARÂMETROS PARA O MODELO DE RECRUTAMENTO

| Grupos | $r_1$               | $r_2$  | $r_3$                | $R^2$ | $T_1$ |
|--------|---------------------|--------|----------------------|-------|-------|
| 1      | 0,029               | -3,05  | 0,0065               | 68    | 18    |
| 2      | 0,045               | 0,0    | 0,022                | 0     | 33    |
| 3      | 1,22                | -0,036 | -1,214               | 48    | 12    |
| 4      | 0,30                | -0,82  | -0,238               | 75    | 17    |
| 5      | 0,70                | -0,02  | -0,692               | 24    | 25    |
| 6      | 0,0079              | -2,81  | $-7,5 \cdot 10^{-3}$ | 51    | 9     |
| 7      | 0,148               | -2,29  | -0,304               | 74    | 6     |
| 8      | $2,6 \cdot 10^{-4}$ | -6,91  | 0,0045               | 29    | 13    |
| 9      | 0,118               | -0,79  | -0,275               | 86    | 3     |
| 10     | 0,20                | -0,013 | -0,197               | 12    | 10    |

TABELA 10 - PARÂMETROS PARA O MODELO DE MORTALIDADE

| Grupo | $m_0$ | $m_1$ | $m_2$ | $D_{95}$ | $b_d$ |
|-------|-------|-------|-------|----------|-------|
| 1     | 2,3   | 1,8   | 0,0   | 41       | 7,5   |
| 2     | 2,9   | 2,9   | 0,5   | 15       | 3,8   |
| 3     | 1,85  | 1,1   | 0,2   | 57       | 15,0  |
| 4     | 2,9   | 2,4   | 0,5   | 27       | 5,0   |
| 5     | 1,9   | 0,5   | 0,25  | 72       | 7,5   |
| 6     | 4,0   | 2,1   | 0,5   | 76       | 7,5   |
| 7     | 6,7   | 5,0   | 0,0   | 35       | 7,5   |
| 8     | 3,0   | 0,85  | 0,0   | 104      | 15,0  |
| 9     | 8,9   | 4,5   | 0,5   | 38       | 5,0   |
| 10    | 4,3   | 4,0   | 0,5   | 78       | 15,0  |

### 3.4.2.2 Modelo Silvicultural

A maneira como o SYMFOR simula o crescimento e as alternativas de manejo são determinadas pelo Modelo Ecológico e pelo Modelo Silvicultural. O modelo silvicultural é determinado pela escolha de módulos e pelos valores dos parâmetros dentro de cada módulo. Um módulo pode ser caracterizado como algo que descreve uma maneira de se completar ou simular uma dada tarefa. Um exemplo seria o módulo que cria as trilhas de arraste. Uma opção é criar trilhas retas que partem todas de um mesmo ponto de acesso. Isso simula a exploração convencional que não possui trilhas de arrastes planejadas. Um módulo alternativo simula trilhas de arraste planejadas ao construir uma rede de trilhas ramificadas que minimizam o comprimento e a área de danos.

Os valores dos parâmetros são usados para modificar ou controlar uma dada tarefa que será cumprida. Usando o exemplo anterior das trilhas de arraste, parâmetros são usados para determinar o ponto de acesso e a largura das trilhas. Os módulos silviculturais e os valores de parâmetros mais importantes do modelo SYMFOR estão resumidos nas Tabelas 11 e 12.

TABELA 11 - MÓDULO SILVICULTURAL DO SYMFOR

| FUNÇÃO TROCÁVEL | MÓDULO           | DESCRIÇÃO  |
|-----------------|------------------|--|
| Opharvesttime   | Noharvest        | Decide qual o tipo de corte usar. “ <b>Optsimple</b> ” é para o corte normal, ou seja, uma mesma prescrição repetida em intervalos regulares.          |
|                 | Optsimple        |  |
|                 | Optadvanced      |  |
| Harvesttime     | Harvesttime      | Decide em quais anos cortar.   |
| Harvest2time    | Harvest2time     | Decide em quais anos o modelo irá realizar o corte secundário, no caso da opção “ <b>optadvanced</b> ” ter sido escolhida no “ <b>opharvesttime</b> ”. |
| Harvest         | Harvest          | Ativa os módulos para explorar a área.   |
| Logqualify      | Qualify1         | Seleciona as árvores para corte de acordo com os limites de diâmetro e qualidade da árvore (fuste e oco).  |
|                 | Tptjqualify      |  |
| Logselect       | Select1          | Implementa restrições quanto ao volume ou número de árvores exploradas.  |
| Felling         | Undirectional    | Selecione “ <b>undirectional module</b> ” para ativar o corte direcional.  |
|                 | directional      |  |
| Dragdamage      | Dragdamage1      | Simula o dano à floresta decorrente da extração da tora.   |
| Skidprepdamage  | Skidprepdamage1  | Simula o dano à floresta decorrente das manobras necessárias para preparar o arraste de uma tora   |
| Planskidtrails  | Straight         | Selecione “ <b>straight</b> ” para simular trilhas de arraste planejadas   |
|                 | Branched         |  |
| Skidtrails      | Skidtrails1      | Usado para simular as trilhas de arraste.  |
| Skidtraildamage | Skidtraildamage1 | Usado para simular os danos de se fazer uma nova trilha de arraste.  |

### 3.4.2.3 Validação do modelo

Nesta fase da pesquisa objetivou-se testar a eficiência do modelo SYMFOR para atender a necessidade do profissional que maneja a floresta, quanto ao futuro das espécies, em particular as mais valiosas. Também se verificou a sua eficácia nas predições do número de árvores, área basal e volume, por hectare.

Os valores observados foram comparados aos valores estimados pelo modelo para cada variável de interesse, para o povoamento total, por agrupamento ecológico

de espécies e por grupos de tratamentos (floresta sem interferência, exploração leve, exploração média e exploração pesada).

O volume,  $V$ , de cada árvore, foi recalculado em função do diâmetro,  $D(\text{cm})$  e altura da copa,  $C_p$ , segundo QUEIROZ (1984), modificado, como:

$$V = 0,5179 \left( \frac{D}{100} \right)^2 c_p + 0,0775$$

O Modelo Ecológico (Brazil-Tapajós) exige que nos dados de entrada de árvores sejam medidos todos os indivíduos com diâmetro maior ou igual a 5 cm. Para atender a esta exigência, os dados das dez subparcelas (10 m x 10 m) com diâmetro de 5 cm a 19,9 cm foram replicados para todas as parcelas.

TABELA 12 – PARÂMETROS SILVICULTURAIS DO SYMFOR

| MÓDULO            | FUNÇÃO TROCÁVEL | PARÂMETRO      | DESCRIÇÃO  |
|-------------------|-----------------|----------------|--|
| Harvesttime       | Harvesttime     | Firstlogging   | Quando fazer a primeira exploração.  |
| Harevst2time      | Harvest2time    | Loggingcycle   | Com que frequência repetir a operação.   |
| Qualify1          | Logqualify      | Firstysl       | Quanto tempo depois de fazer a segunda exploração (apenas para “advanced harvesting”). |
|                   |                 | Dbhthreshold   | Diâmetro mínimo para corte.  |
|                   |                 | Minquality     | Proporção de árvores com qualidade não adequada para corte.                            |
| Select1           | Logselect       | Nlogmax        | Número máximo de árvores a ser extraído.   |
|                   |                 | Maxextract     | Volume máximo a ser extraído.  |
|                   |                 | Minextract     | Volume mínimo a ser extraído de qualquer exploração.                                   |
| Directional       | Logging         | Cutdirection   | Ângulo de queda relativo à trilha de arraste (corte direcional).                       |
| Skidprepdamage1   | Skidprepdamage  | Skidprepradius | A área danificada pelas manobras do skidder para poder iniciar o arraste.              |
| Straight branched | Planskidtrails  | Accesspointx   | Posição x e y do ponto onde as trilhas de arraste deixam a parcela.                    |
|                   |                 | accesspointy   |  |
| Branched          | Planskidtrails  | Joinangle      | O ângulo de encontro das trilhas de arraste.   |
| Skidtrails1       | Skidtrails      | Skidwidth      | A largura da trilha de arraste.  |
| Skidtraildamage1  | Skidtraildamage | Maxdbhdamage   | Limite superior das árvores que podem ser danificadas durante o arraste.               |
| Skidtraildamage1  | Skidtraildamage | Damageprob     | A probabilidade de uma árvore em uma trilha de arraste ser morta (geralmente = 1).     |
| Calc_ages1        | Calc_ages       | Skidpersist    | O tempo que as trilhas de arraste permanecem re-utilizáveis.                           |

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS NA DIVERSIDADE DE ESPÉCIES E NA DINÂMICA DE CRESCIMENTO DA FLORESTA DA JARI

#### 4.1.1 Exploração Florestal e Tratamento Silvicultural

##### 4.1.1.1 Exploração florestal

Os resultados referentes à colheita de madeira com base nas parcelas permanentes, medidas após a exploração, são apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 - RESULTADOS DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA REALIZADA EM CADA TRATAMENTO NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI

| Variável                | TRATAMENTO |       |       |       |        |        |       |        |        |        |        |        | Média  |
|-------------------------|------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                         | T1         | T2    | T3    | T4    | T5     | T6     | T7    | T8     | T9     | T10    | T11    | T12    |        |
| Área total – 3 hectares |            |       |       |       |        |        |       |        |        |        |        |        |        |
| N                       | 11,00      | 7,00  | 9,00  | 9,00  | 16,00  | 17,00  | 13,00 | 17,00  | 14,00  | 18,00  | 23,00  | 20,00  | 14,50  |
| G (m²)                  | 4,93       | 4,18  | 4,61  | 4,86  | 8,89   | 9,74   | 6,06  | 9,29   | 8,94   | 12,46  | 9,64   | 10,86  | 7,87   |
| V (m³)                  | 67,24      | 58,89 | 63,44 | 67,30 | 124,78 | 136,15 | 83,00 | 128,82 | 127,44 | 179,14 | 130,70 | 150,95 | 109,82 |
| DAP (cm)                | 74,27      | 84,39 | 79,76 | 81,70 | 80,94  | 83,51  | 75,52 | 82,30  | 86,10  | 89,72  | 71,77  | 81,23  | 80,93  |
| Parcela - Hectare       |            |       |       |       |        |        |       |        |        |        |        |        |        |
| N                       | 3,67       | 2,33  | 3,00  | 3,00  | 5,33   | 5,67   | 4,33  | 5,67   | 4,67   | 6,00   | 7,67   | 6,67   | 4,83   |
| G (m²)                  | 1,64       | 1,39  | 1,54  | 1,62  | 2,96   | 3,25   | 2,02  | 3,10   | 2,98   | 4,15   | 3,21   | 3,62   | 2,62   |
| V (m³)                  | 22,41      | 19,63 | 21,15 | 22,43 | 41,59  | 45,38  | 27,67 | 42,94  | 42,48  | 59,71  | 43,57  | 50,32  | 36,61  |
| DAP (cm)                | 73,75      | 81,38 | 79,76 | 82,79 | 81,93  | 83,36  | 74,75 | 81,61  | 85,92  | 86,37  | 72,50  | 82,17  | 80,52  |

A exploração florestal, realizada em 1985, extraiu em média 4,8 árvores.ha<sup>-1</sup>, 2,62 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> de área basal e 36,61 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de volume. Esses valores variaram entre os tratamentos, devido a diferenças de intensidade (T1=T2=T3=T4: intensidade leve, T5=T6=T7=T8: intensidade média e T9=T10=T11=T12: intensidade pesada) e a variabilidade existente na distribuição de árvores de espécies comerciais aptas ao abate nas parcelas de cada tratamento (Apêndice 1).

Nos tratamentos de intensidade leve, onde a exploração foi menos intensa, o número de árvores retiradas variou de 2,33 n.ha<sup>-1</sup> a 3,67 n.ha<sup>-1</sup>, em relação à área basal e volume, estes valores variaram de 1,39 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 1,64 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e 19,63 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a 22,43 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Observa-se que as árvores extraídas nas parcelas desses tratamentos possuíam diâmetros, em média, acima de 73cm (Tabela 13).

Nos tratamentos de intensidade média, o número de árvores retiradas variou de 4,33 n.ha<sup>-1</sup> a 5,67 n.ha<sup>-1</sup>, a área basal de 2,02 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 3,25 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e o volume de 27,67 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a 45,38 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. As árvores extraídas nas parcelas desses tratamentos possuíam diâmetros, em média, acima de 74 cm, enquanto que nos tratamentos de intensidade pesada a variação foi de 4,67 n.ha<sup>-1</sup> a 7,67 n.ha<sup>-1</sup>, 2,98 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> a 3,62 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e 42,48 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a 59,71 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As árvores extraídas nas parcelas desses tratamentos possuíam diâmetros, em média, acima de 72 cm (Tabela 13).

Os valores médios encontrados de 4,8 árvores.ha<sup>-1</sup> e 36,61 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de volume, extraídos por hectare, estão muito abaixo dos reportados por OLIVEIRA (2005) 11 árvores e 61m<sup>3</sup> extraídos por hectare e SILVA (1989), 16 árvores.ha<sup>-1</sup> e volume de 75 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, em áreas experimentais da FLONA Tapajós.

Porém, podem ser considerados semelhantes em relação ao que é citado na literatura para outras áreas de florestas tropicais exploradas no Brasil. SILVA et al. (2001) mostram que, na extração de madeira realizada no campo experimental da Embrapa, em Moju-PA, foram retirados 3,3 árvores.ha<sup>-1</sup> e um volume geométrico romanejado de 23 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, equivalente a 66% do volume em pé planejado para a exploração que era de 35 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Na região de Paragominas-PA, BARRETO et al. (1998) relatam que o volume extraído durante a exploração de madeira foi de 38,6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Na Fazenda Cauaxi, a sudoeste de Paragominas, HOLMES et al. (2002) extraíram aproximadamente 4 árvores.ha<sup>-1</sup> com um volume de 25,3 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Em Tailândia, também no Estado do Pará, VERÍSSIMO et al. (1996) reportam a exploração de 2 árvores e 16 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.

A redução da área basal original, considerando árvores extraídas e mortas, ficou assim distribuída entre os tratamentos: T1 (8,45%), T2 (5,51%), T3 (4,63%), T4

(10,85%), T5 (15,68%), T6 (17,01%), T7 (10,80%), T8 (18,49%), T9 (16,87%), T10 (23,23%) T11 (16,14%) e T12 (19,64%) com media geral de 13,84%.

O número total de espécies exploradas, considerando todos os tratamentos, foi 25. Destas, *Dipteryx odorata*, *Goupia glabra*, *Hymenaea courbaril* e *Manilkara huberi*, totalizaram 139 indivíduos ou 80% do total das árvores extraídas.

As espécies mais exploradas foram *Goupia glabra* (cupiúba) e *Manilkara huberi* (maçaranduba) com uma densidade de 53 indivíduos, para cada espécie, 61% de todas as árvores extraídas destas duas espécies.

Caesalpiniaceae (21 indivíduos), Celastraceae (53 indivíduos), Fabaceae (23 indivíduos) e Sapotaceae (56 indivíduos) foram as famílias mais exploradas, com 88% do total das árvores extraídas.

A listagem contendo o número de árvores, área basal, volume e diâmetro médio, por espécies e famílias, extraídas em cada tratamento encontra-se no Apêndice 1.

#### 4.1.1.2 Tratamentos silviculturais

Pode-se observar na Tabela 14 que o número de árvores (N), a área basal (G) e o volume (V) das árvores aneladas, variaram consideravelmente entre os tratamentos. Na aplicação dos tratamentos, realizado em 1995, foram aneladas em média 18,33 árvores.ha<sup>-1</sup>, 2,13 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> de área basal e 25,12 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> de volume.

Foram anelados 495 indivíduos, distribuídos em 93 espécies. Destas, *Geissospermum sericeum* - Quinarana (81), *Cecropia sciadophylla* - Torém (33), *Mouriri callocarpa* – Muiraúba-amarela (31), *Maytenus floribunda* – Xixuá-vermelho (29), *Inga alba* – Ingá-xixi (20), Não identificadas (18), *Drypetes variabilis* - Maparana (17), *Inga* spp. - Mimosaceae/ingá (16), *Inga paraensis* – Ingá-vermelho (15), *Anaxagorea dolichocarpa* – Envira-branca (12), *Pouteria* spp. – Sapotaceae/pouteria (10) e *Rinorea guianensis* - Acariquarana (10), representam 59% do total de indivíduos anelados (Apêndice 2).

As famílias com maior número de indivíduos anelados foram Apocynaceae, Mimosaceae, Moraceae, Melastomataceae, Celastraceae, Sapotaceae, Euphorbiaceae, Elaeocarpaceae, Annonaceae, Violaceae, Caesalpiniaceae, Lecythidaceae e Monimiaceae. Estas 13 famílias corresponderam a 83% do número total de árvores aneladas.

TABELA 14 - CARACTERÍSTICAS DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS REALIZADOS EM CADA TRATAMENTO NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI

| ÁREA            | Variável            | TRATAMENTO |        |        |       |    |       |       |       |    |       |       |       | Média |
|-----------------|---------------------|------------|--------|--------|-------|----|-------|-------|-------|----|-------|-------|-------|-------|
|                 |                     | T1         | T2     | T3     | T4    | T5 | T6    | T7    | T8    | T9 | T10   | T11   | T12   |       |
| Total<br>(3ha)  | N                   | -          | 71,00  | 70,00  | 25,00 | -  | 59,00 | 38,00 | 72,00 | -  | 91,00 | 33,00 | 36,00 | 55,00 |
|                 | G (m <sup>2</sup> ) | -          | 8,96   | 9,39   | 3,37  | -  | 5,97  | 5,59  | 8,11  | -  | 8,41  | 3,70  | 3,90  | 6,38  |
|                 | V (m <sup>3</sup> ) | -          | 108,19 | 113,65 | 39,48 | -  | 68,21 | 67,55 | 96,56 | -  | 97,01 | 43,05 | 44,57 | 75,36 |
|                 | DAP (cm)            | -          | 36,32  | 37,62  | 40,04 | -  | 33,71 | 41,11 | 33,90 | -  | 31,08 | 34,65 | 35,66 | 36,01 |
| Parcela<br>(ha) | N                   | -          | 23,67  | 23,33  | 8,33  | -  | 19,67 | 12,67 | 24,00 | -  | 30,33 | 11,00 | 12,00 | 18,33 |
|                 | G (m <sup>2</sup> ) | -          | 2,99   | 3,13   | 1,12  | -  | 1,99  | 1,86  | 2,70  | -  | 2,80  | 1,23  | 1,30  | 2,13  |
|                 | V (m <sup>3</sup> ) | -          | 36,06  | 37,88  | 13,16 | -  | 22,74 | 22,52 | 32,19 | -  | 32,34 | 14,35 | 14,86 | 25,12 |
|                 | DAP (cm)            | -          | 36,11  | 38,28  | 44,35 | -  | 33,79 | 40,85 | 34,31 | -  | 36,56 | 39,75 | 44,21 | 38,69 |

Observa-se na Tabela 15 que a quantidade de árvores mortas em consequência do anelamento variou consideravelmente entre os tratamentos. Dez anos após a sua aplicação as parcelas dos tratamentos T8, T3, T11 e T4 foram os que apresentaram a maior efetividade, com a mortalidade variando de 90,3% a 84% das árvores aneladas. O tratamento sete foi o que mostrou a mais baixa efetividade, com cerca de 50%.

A baixa efetividade do anelamento se deve, em parte, às características morfológicas e dendrológicas da espécie *Geissospermum sericeum* (quinarana), e da espécie *Mouriri callocarpao* (muiraúba-amarela). Do total de 81 árvores aneladas de quinarana, 65 permaneceram vivas o que representa uma mortalidade de apenas 20%. Já árvores aneladas de Muiraúba-amarela apresentaram mortalidade de 45%.

*Geissospermum sericeum*, da família Apocynaceae, possui o fuste bastante sulcado, o que dificultou a execução do anelamento e a aplicação do arboricida.

No T7 das 38 árvores aneladas, 15 são quinarana e se mantêm vivas até o momento.



Estes resultados são esperados para árvores com fustes sulcados ou canelados e com esudação. Resultado semelhante foi relatado por JARDIM et al. (1996) e OLIVEIRA (2005) que concluíram que o anelamento profundo com aplicação de óleo diesel tem efeito muito pequeno em árvores com essas características.

TABELA 15 – EFETIVIDADE DO ANELAMENTO COM APLICAÇÃO DE ARBORICIDA, POR TRATAMENTO (3HA) NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI

| Variável   | TRATAMENTOS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 2           |      | 3    |      | 4    |      | 6    |      | 7    |      | 8    |      | 10   |      | 11   |      | 12   |      |
|  | %           |      | %    |      | %    |      | %    |      | %    |      | %    |      | %    |      | %    |      | %    |      |
| ÁRVORES MORTAS DOIS ANOS APÓS A APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS – 1996 |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| N  | 51,0        | 71,8 | 46,0 | 65,7 | 21,0 | 84,0 | 47,0 | 79,7 | 15,0 | 39,5 | 62,0 | 86,1 | 65,0 | 71,4 | 26,0 | 78,8 | 22,0 | 61,1 |
| G (m²)   | 5,5         | 61,4 | 4,3  | 45,5 | 2,9  | 84,8 | 4,6  | 77,7 | 2,3  | 41,8 | 6,5  | 79,6 | 4,8  | 56,6 | 3,1  | 82,6 | 2,2  | 57,0 |
| V (m³)   | 65,4        | 60,4 | 48,9 | 43,1 | 33,6 | 85,1 | 52,6 | 77,2 | 28,5 | 42,2 | 76,1 | 78,8 | 52,1 | 53,8 | 36,2 | 84,2 | 25,2 | 56,5 |
| D (cm)   | 35,6        |      | 30,8 |      | 38,0 |      | 32,8 |      | 42,3 |      | 34,3 |      | 31,1 |      | 36,4 |      | 32,8 |      |
| ÁRVORES MORTAS DEZ ANOS APÓS A APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS - 2004  |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| N  | 56,0        | 78,9 | 60,0 | 85,7 | 21,0 | 84,0 | 49,0 | 83,1 | 19,0 | 50,0 | 65,0 | 90,3 | 72,0 | 79,1 | 28,0 | 84,8 | 26,0 | 72,2 |
| G (m²)   | 6,6         | 73,9 | 7,5  | 80,3 | 2,9  | 84,8 | 4,7  | 79,4 | 3,1  | 56,1 | 6,7  | 82,8 | 5,4  | 64,0 | 3,2  | 86,1 | 2,6  | 67,3 |
| V (m³)   | 79,7        | 73,7 | 91,0 | 80,1 | 33,6 | 85,1 | 53,6 | 78,6 | 38,9 | 57,5 | 78,8 | 81,6 | 59,1 | 60,9 | 37,5 | 87,1 | 29,5 | 66,1 |
| D (cm)   | 42,4        |      | 38,4 |      | 38,0 |      | 29,1 |      | 44,0 |      | 33,1 |      | 30,0 |      | 32,0 |      | 35,4 |      |
| ÁRVORES VIVAS DEZ ANOS APÓS A APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS - 2004   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| N  | 14,0        | 19,7 | 10,0 | 14,3 | 4,0  | 16,0 | 10,0 | 16,9 | 18,0 | 47,4 | 8,0  | 11,1 | 17,0 | 18,7 | 6,0  | 18,2 | 10,0 | 27,8 |
| G (m²)   | 2,2         | 24,3 | 2,0  | 21,3 | 0,6  | 16,9 | 1,3  | 21,8 | 2,6  | 45,8 | 1,5  | 18,0 | 3,0  | 35,2 | 0,6  | 16,2 | 1,4  | 35,6 |
| V (m³)   | 26,4        | 24,4 | 24,6 | 21,7 | 6,8  | 17,3 | 15,4 | 22,6 | 30,2 | 44,7 | 18,4 | 19,0 | 37,6 | 38,8 | 6,8  | 15,8 | 16,7 | 37,5 |
| D (cm)   | 40,6        |      | 50,7 |      | 39,4 |      | 46,4 |      | 45,8 |      | 55,5 |      | 59,3 |      | 34,1 |      | 43,5 |      |

De maneira geral, o anelamento com a aplicação do arboricida mostrou maior efeito em função da espécie do que com o tamanho das árvores. Árvores com diâmetro inferior a 50 cm apresentaram mortalidade em torno de 61% a 90%. Nas classes diamétricas superiores, apesar do número de árvores aneladas ter sido bem menor, a taxa de mortalidade foi em torno de 69% a 100%, a exceção para classe de 90-100cm de DAP, que mesmo após dez anos da aplicação, apresentou 0% de mortalidade. Entretanto, esta última informação se refere a um único indivíduo de quinarana (Figura 11).

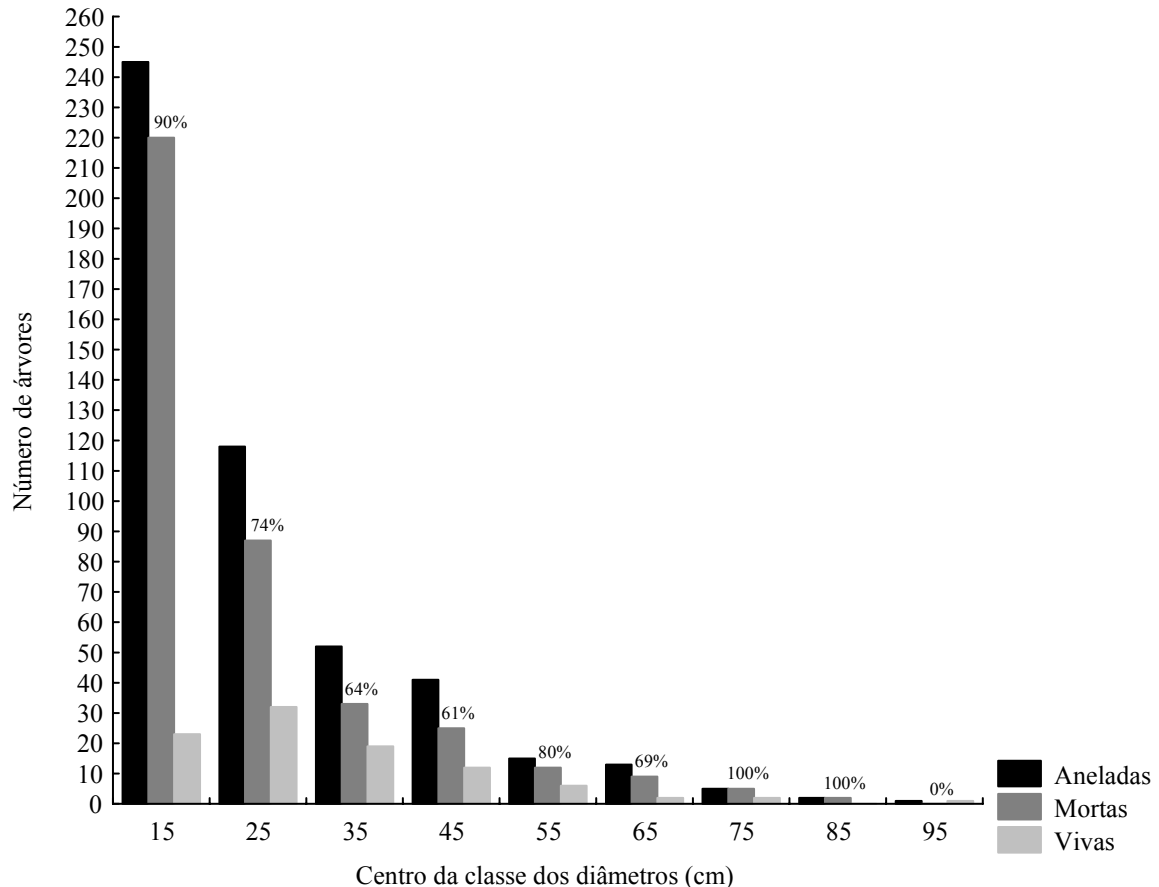
Estas taxas de mortalidade estão em desacordo com os resultados obtidos por OLIVEIRA (2005), em que o anelamento com a aplicação do arboricida mostrou maior efeito nas árvores com diâmetro inferior a 40 cm, que apresentaram

sobrevivência em torno de 14% a 29%. Nas classes diamétricas superiores, a autora encontrou a taxa média de sobrevivência em torno de 44%, com um máximo de 73% na classe de 50-60 cm de DAP, nove anos após a aplicação do anelamento.

Os resultados obtidos neste trabalho contrariam as afirmações de DUBOIS (1971) acerca da ineficiência do método para grandes árvores e são compatíveis aos encontrados por JARDIM et al. (1996) que observaram, 3,5 anos após a aplicação dos tratamentos, que 74,1% das árvores aneladas, com DAP maior ou igual a 45 cm, morreram.

No estudo de SANDEL e CARVALHO (2000), a anelagem, tanto a completa como a com entalhes, foi mais eficaz nas árvores com dap entre 35 cm e 50 cm, desde o segundo até o quinto ano após a anelagem. Não houve aplicação de arboricida

FIGURA 11 - NÚMERO DE ÁRVORES ANELADAS, DESVITALIZADAS (MORTAS) E SOBREVIVENTES, POR CLASSE DIAMÉTRICA, INCLUINDO TODOS OS TRATAMENTOS - 27 HA (FLORESTA DA JARI)



Maiores detalhes sobre a efetividade do desbaste, por espécies e famílias tratadas, ao longo do tempo, considerando todos os tratamentos, podem ser observados no Apêndice 2.

#### 4.1.1.3 Danos causados pela exploração florestal à vegetação remanescente

Na exploração da área de estudo foram utilizadas técnicas de exploração de impacto reduzido. O objetivo dessa operação foi minimizar os danos da exploração à floresta residual. As técnicas empregadas incluíram: mapeamento da floresta, derrubada direcional, extração planejada de toras e corte de cipós. Esses procedimentos, segundo JOHNS et al. (1996), resultam em 10% menos perdas do dossel da floresta, na redução de aproximadamente 50% no tamanho médio das clareiras, causadas pela queda das árvores, e na redução de 40% nos danos às árvores com diâmetro igual ou superior a 10 cm, se comparado às operações de exploração típicas praticadas na região.

Na Tabela 16 são apresentadas às relações existentes entre árvores colhidas e danificadas ou mortas em consequência da extração. Observa-se que, considerando a média de todos os tratamentos, para cada árvore comercial explorada foram danificados 10,97 indivíduos com  $DAP \geq 20$  cm. Em termos de área basal, para cada metro quadrado extraído cerca de  $2,15 \text{ m}^2$ , foram afetados levemente ou severamente pela exploração, enquanto que, para o volume esse valor foi de  $1,79 \text{ m}^3$ .

Com respeito às perdas causadas pela exploração florestal, considerando a média de todos os tratamentos, para cada árvore explorada foram perdidos 5,14 indivíduos, para cada metro quadrado extraído de área basal, foram perdidos  $1,06 \text{ m}^2$  e, em relação ao volume esse valor foi de  $0,89 \text{ m}^3$  (Tabela 16).

JOHNS et al. (1998), analisando a exploração com e sem planejamento, verificaram que na exploração sem planejamento para cada árvore comercial derrubada foram danificadas 27 árvores com  $DAP \geq 10$  cm. VERÍSSIMO et al. (1996), também trabalhando com a exploração convencional na região de Tailândia-PA,

observaram que foram destruídas 29 árvores com  $DAP \geq 10\text{cm}$  para cada árvore extraída e que  $1,2\text{ m}^3$  de madeira em tora foi danificado para cada  $\text{m}^3$  extraído.

TABELA 16 – ÍNDICES DE DANOS (LEVES MAIS SEVEROS) E DE MORTALIDADE EM CONSEQUÊNCIA DA EXPLORAÇÃO NA VEGETAÇÃO REMANESCENTE, POR HECTARE, POR TRATAMENTO, NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI

| VARIÁVEL                              | TRATAMENTOS |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       | Média |
|---------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                                       | 1           | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10     | 11    | 12    |       |
| EXPLORAÇÃO                            |             |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 3,67        | 2,33  | 3,00  | 3,00  | 5,33  | 5,67  | 4,33  | 5,67  | 4,67  | 6,00   | 7,67  | 6,67  | 4,83  |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 1,64        | 1,39  | 1,54  | 1,62  | 2,96  | 3,25  | 2,02  | 3,10  | 2,98  | 4,15   | 3,21  | 3,62  | 2,62  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 22,41       | 19,63 | 21,15 | 22,43 | 41,59 | 45,38 | 27,67 | 42,94 | 42,48 | 59,71  | 43,57 | 50,32 | 36,61 |
| DANOS                                 |             |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 44,33       | 53,33 | 31,33 | 39,33 | 41,00 | 55,33 | 52,67 | 71,33 | 59,67 | 73,00  | 51,33 | 63,67 | 53,03 |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 3,71        | 6,32  | 3,21  | 4,92  | 5,09  | 5,46  | 6,12  | 7,40  | 5,67  | 9,98   | 4,05  | 5,89  | 5,65  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 40,92       | 75,77 | 36,73 | 59,00 | 60,56 | 62,35 | 72,66 | 85,18 | 64,82 | 120,78 | 44,18 | 65,25 | 65,68 |
| MORTALIDADE                           |             |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 21,67       | 17,00 | 16,67 | 24,00 | 22,33 | 25,33 | 23,33 | 36,00 | 30,67 | 24,67  | 26,33 | 30,33 | 24,86 |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 2,15        | 1,81  | 1,57  | 3,66  | 2,99  | 3,11  | 3,05  | 3,43  | 4,01  | 2,42   | 2,41  | 2,69  | 2,77  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 24,35       | 21,12 | 17,72 | 45,99 | 35,76 | 37,09 | 36,87 | 38,71 | 48,56 | 27,89  | 26,75 | 29,71 | 32,54 |
| ÍNDICE DE DANOS                       |             |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |
| N danif-N explor                      | 12,09       | 22,86 | 10,44 | 13,11 | 7,69  | 9,76  | 12,15 | 12,59 | 12,79 | 12,17  | 6,70  | 9,55  | 10,97 |
| G danif-G explor                      | 2,26        | 4,54  | 2,09  | 3,03  | 1,72  | 1,68  | 3,03  | 2,39  | 1,90  | 2,40   | 1,26  | 1,63  | 2,15  |
| V danif-V explor                      | 1,83        | 3,86  | 1,74  | 2,63  | 1,46  | 1,37  | 2,63  | 1,98  | 1,53  | 2,02   | 1,01  | 1,30  | 1,79  |
| ÍNDICE DE MORTALIDADE                 |             |       |       |       |       |       |       |       |       |        |       |       |       |
| N morta-N explor                      | 5,91        | 7,29  | 5,56  | 8,00  | 4,19  | 4,47  | 5,38  | 6,35  | 6,57  | 4,11   | 3,43  | 4,55  | 5,14  |
| G morto-G explor                      | 1,31        | 1,30  | 1,03  | 2,26  | 1,01  | 0,96  | 1,51  | 1,11  | 1,35  | 0,58   | 0,75  | 0,74  | 1,06  |
| V morto-V explor                      | 1,09        | 1,08  | 0,84  | 2,05  | 0,86  | 0,82  | 1,33  | 0,90  | 1,14  | 0,47   | 0,61  | 0,59  | 0,89  |

Utilizando-se técnicas de exploração de impacto reduzido, como as que foram usadas neste experimento, SILVA et al. (2001) reportam que para cada árvore extraída, outras 19 foram danificadas, o que corresponde a  $0,7\text{ m}^3$  por  $\text{m}^3$  retirado. Para JOHNS et al. (1998), esses valores foram em torno de 12,2 árvores severamente danificadas por indivíduo extraído e  $0,95\text{m}^3$  por  $\text{m}^3$  retirado.

Nos resultados sobre danos obtidos por outros pesquisadores, tais como OLIVEIRA (2005) e SILVA et al. (2001) as árvores mortas e danificadas pela exploração são contadas conjuntamente.

Os valores médios dos índices de danos às árvores remanescentes e mortalidade, para as intensidades de exploração leve ( $14,63\text{ n.ha}^{-1}$  e  $6,69\text{ n.ha}^{-1}$ ,

respectivamente), média (10,55 n.ha<sup>-1</sup> e 5,10 n.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e pesada (4,55 n.ha<sup>-1</sup> e 4,67 n.ha<sup>-1</sup>, respectivamente), foram inversamente proporcionais ao volume retirado. Resultados semelhantes foram obtidos por OLIVEIRA (2005).

Observa-se na Figura 12, para todos os tratamentos, que os danos devido à exploração causaram maior impacto nas classes menores (20 cm ≤ DAP ≤ 40 cm).

O número médio de árvores comerciais da época da exploração (1985) danificadas por hectare e por tratamento (n.ha<sup>-1</sup>), ficou assim distribuída: T1 (10,67), T2 (11,33), T3 (8,67), T4 (8,33), T5 (10,33), T6 (11,00), T7 (10,00), T8 (11,00), T9 (5,67), T10 (5,67), T11 (5,67) e T12(3,67). Assim como na comunidade geral, maiores danos entre as espécies comerciais ocorreram entre as árvores pequenas, com DAP < 40 cm (Figura 13).

FIGURA 12 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES DANIFICADAS PELA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA, POR CLASSE DIAMÉTRICA, EM CADA TRATAMENTO NA FLORESTA DA JARI

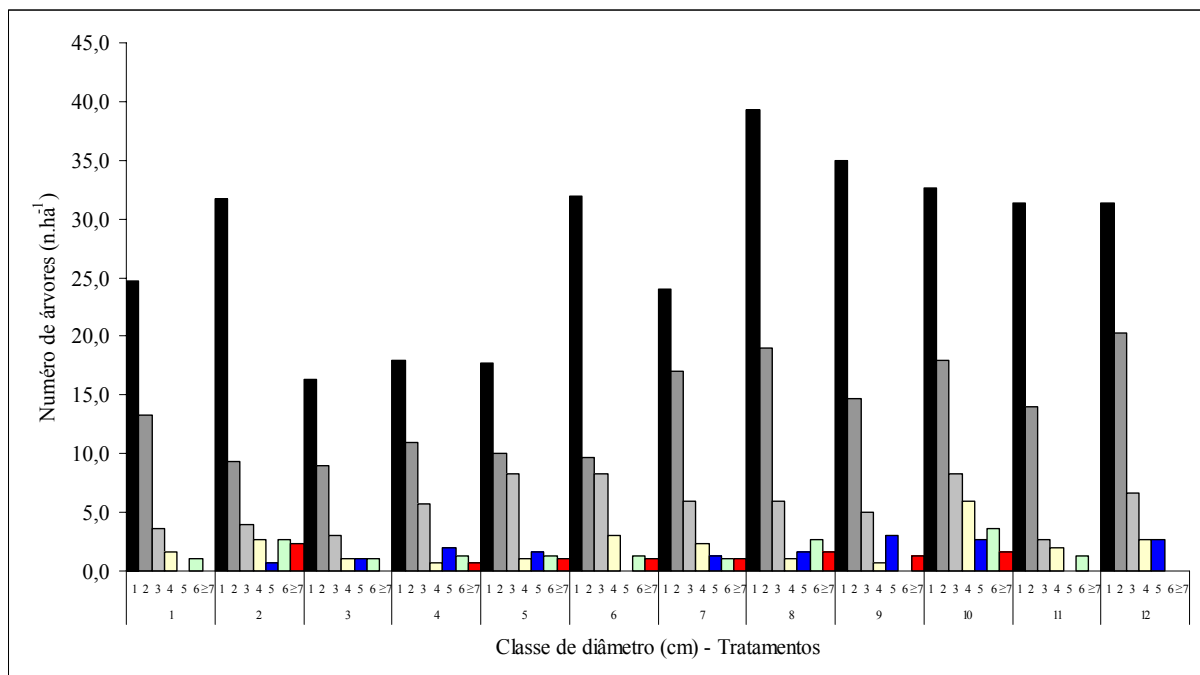
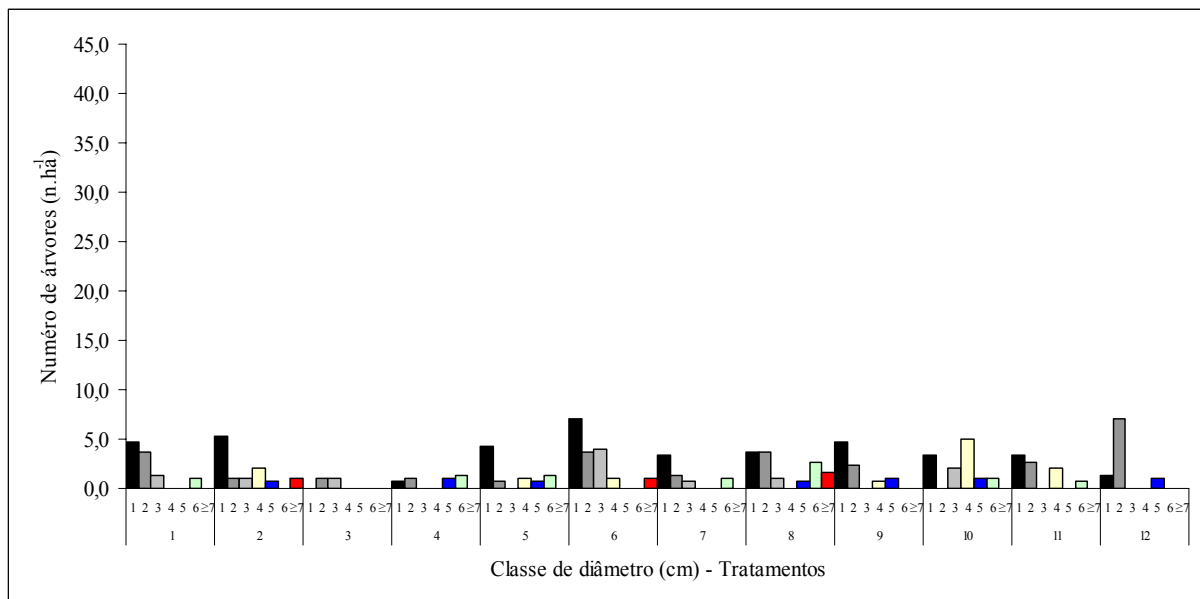


FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES COMERCIAIS DANIFICADAS PELA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA, POR CLASSE DIAMÉTRICA, EM CADA TRATAMENTO NA FLORESTA DA JARI



De modo geral, o maior impacto em termos de mortalidade devido à exploração foi observado entre as árvores menores ( $20 \text{ cm} \leq \text{DAP} \leq 40 \text{ cm}$ ) (Tabela 17). Nesta tabela observa-se, também, que dezenove anos após a exploração os danos ainda têm causado a morte de muitas árvores.

O número, a área basal, o volume e o diâmetro médio das árvores comerciais mortas por hectare e por tratamento devido à exploração madeireira são mostrados na Tabela 18. As maiores perdas entre as espécies comerciais ocorrem entre as árvores pequenas, com  $\text{DAP} < 40 \text{ cm}$ . A mortalidade foi proporcional ao volume retirado. Os tratamentos leves, médios e pesados mataram em média 2,67, 4,67 e 5,83 indivíduos por hectare, respectivamente.

#### 4.1.2 Composição de Espécies e Similaridade Florística

Na Floresta da Jari foram encontradas 427 espécies, pertencentes a 194 gêneros e 58 famílias (Apêndice 3). O número de espécies pode ser considerado alto se comparado com outros levantamentos na região, como em SILVA (2004) e VIEIRA (2003).

TABELA 17 – VARIAÇÃO DA MORTALIDADE AO LONGO DO TEMPO EM CONSEQUÊNCIA DA EXPLORAÇÃO, POR HECTARE E POR TRATAMENTO, NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI

| VARIÁVEL                              | TRATAMENTOS |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | 1           | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
| UM ANO APÓS A EXPLORAÇÃO              |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 7,33        | 4,67  | 2,67  | 9,00  | 10,67 | 9,00  | 8,33  | 13,33 | 10,67 | 12,67 | 10,67 | 14,33 |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 0,99        | 0,51  | 0,16  | 1,25  | 1,30  | 0,90  | 1,03  | 1,70  | 1,54  | 1,62  | 1,03  | 1,19  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 11,90       | 6,05  | 1,56  | 15,49 | 15,12 | 10,17 | 12,57 | 20,34 | 19,03 | 19,73 | 11,70 | 13,12 |
| DAP (cm)                              | 38,55       | 32,36 | 27,03 | 36,40 | 37,40 | 33,85 | 35,14 | 37,71 | 38,08 | 35,63 | 33,01 | 30,65 |
| TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO           |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 15,33       | 8,67  | 5,33  | 14,33 | 16,67 | 14,33 | 17,00 | 22,00 | 16,67 | 18,67 | 17,33 | 22,33 |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 1,67        | 1,19  | 0,35  | 2,37  | 1,94  | 1,44  | 2,12  | 2,40  | 1,97  | 2,01  | 1,71  | 1,72  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 19,34       | 14,49 | 3,58  | 30,48 | 22,41 | 16,59 | 25,52 | 28,06 | 23,71 | 23,74 | 19,48 | 18,49 |
| DAP (cm)                              | 35,00       | 37,82 | 28,39 | 39,36 | 36,20 | 33,80 | 36,15 | 33,76 | 33,42 | 32,09 | 32,86 | 29,55 |
| CINCO ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO          |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 17,33       | 10,67 | 11,33 | 15,33 | 19,67 | 18,33 | 22,00 | 26,00 | 22,67 | 21,67 | 23,33 | 24,33 |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 1,76        | 1,46  | 1,22  | 2,40  | 2,16  | 1,99  | 2,99  | 2,76  | 2,66  | 2,20  | 2,14  | 1,87  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 20,23       | 17,75 | 14,09 | 30,75 | 24,78 | 23,09 | 36,33 | 31,89 | 31,81 | 25,63 | 23,99 | 20,13 |
| DAP (cm)                              | 29,68       | 39,41 | 34,80 | 29,73 | 33,53 | 37,17 | 39,52 | 33,34 | 34,05 | 29,84 | 31,08 | 30,42 |
| NOVE ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO           |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 20,00       | 13,33 | 12,67 | 20,67 | 22,33 | 23,67 | 23,33 | 28,67 | 26,67 | 23,00 | 23,33 | 28,33 |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 2,06        | 1,64  | 1,30  | 3,41  | 2,99  | 3,03  | 3,05  | 2,91  | 3,54  | 2,25  | 2,14  | 2,23  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 23,40       | 19,52 | 14,94 | 43,43 | 35,76 | 36,31 | 36,87 | 33,34 | 43,42 | 26,07 | 23,99 | 23,88 |
| DAP (cm)                              | 33,54       | 34,11 | 31,55 | 37,30 | 47,27 | 41,25 | 31,46 | 29,87 | 39,73 | 25,77 | 31,08 | 31,96 |
| ONZE ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO           |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 21,67       | 15,00 | 12,67 | 24,00 | 22,33 | 25,33 | 23,33 | 32,00 | 26,67 | 24,67 | 24,33 | 28,33 |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 2,15        | 1,72  | 1,30  | 3,66  | 2,99  | 3,11  | 3,05  | 3,11  | 3,54  | 2,42  | 2,19  | 2,23  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 24,35       | 20,28 | 14,94 | 45,99 | 35,76 | 37,09 | 36,87 | 35,44 | 43,42 | 27,89 | 24,45 | 23,88 |
| DAP (cm)                              | 30,27       | 29,35 | 31,55 | 33,53 | 47,27 | 33,02 | 31,46 | 29,01 | 39,73 | 30,89 | 27,79 | 31,96 |
| DEZENOVE ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO       |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 21,67       | 17,00 | 16,67 | 24,00 | 22,33 | 25,33 | 23,33 | 36,00 | 30,67 | 24,67 | 26,33 | 30,33 |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 2,15        | 1,81  | 1,57  | 3,66  | 2,99  | 3,11  | 3,05  | 3,43  | 4,01  | 2,42  | 2,41  | 2,69  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 24,35       | 21,12 | 17,72 | 45,99 | 35,76 | 37,09 | 36,87 | 38,71 | 48,56 | 27,89 | 26,75 | 29,71 |
| DAP (cm)                              | 30,27       | 26,58 | 30,48 | 33,53 | 47,27 | 33,02 | 31,46 | 29,93 | 39,26 | 30,89 | 32,34 | 42,98 |

TABELA 18 – MORTALIDADE DE ÁRVORES COMERCIAIS EM CONSEQUÊNCIA DA EXPLORAÇÃO, POR HECTARE E POR TRATAMENTO, NA ÁREA EXPERIMENTAL DA FLORESTA DA JARI

| VARIÁVEL                              | TRATAMENTOS |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                       | 1           | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
| N (n.ha <sup>-1</sup> )               | 3,33        | 2,67  | 2,00  | 2,67  | 7,00  | 5,67  | 2,33  | 3,67  | 6,00  | 5,00  | 4,33  | 8,00  |
| G (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 0,53        | 0,30  | 0,17  | 0,98  | 1,52  | 0,64  | 0,81  | 0,48  | 0,75  | 0,93  | 0,38  | 0,83  |
| V (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> ) | 6,24        | 3,49  | 1,79  | 13,17 | 19,43 | 7,42  | 10,93 | 5,87  | 9,00  | 11,93 | 4,04  | 9,30  |
| DAP (cm)                              | 41,94       | 31,35 | 32,73 | 64,55 | 49,84 | 37,70 | 62,59 | 37,39 | 36,27 | 35,50 | 30,03 | 33,98 |

Os gêneros com maior número de espécies foram: *Pouteria* (21), *Aspidosperma* (11), *Inga* (11), *Aniba* (9), *Licania* (9), *Eschweilera* (8); *Protium*, (8),

*Brosimum* (6), *Ocotea* (6), *Parkia* (6), *Diospyros* (5), *Sclerolobium* (5), *Sloanea* (5), *Tachigalia* (5), *Virola* (5), *Vochysia* (5), *Buchenavia* (4), *Hymenolobium* (4), *Lecythis* (4), *Miconia* (4), *Pithecellobium* (4), *Pourouma* (4), *Priurella* (4), *Qualea* (4), *Swartzia* (4), *Syzygiopsis* (4) e *Terminalia* (4) que, juntos contribuíram com 39,57% das espécies.

Entre as 58 famílias encontradas, 15 foram representadas por apenas uma espécie. As famílias com maior riqueza foram: Sapotaceae (43), Caesalpiniaceae (34) Mimosaceae (34), Lauraceae (23), Fabaceae (22), Moraceae (20), Lecythidaceae (19), Apocynaceae (16), Chrysobalanaceae (16) Burseraceae (15), Annonaceae (13), Vochysiaceae (12), Bombacaceae (9), Combretaceae (9), Melastomataceae (9), Anacardiaceae (8), Euphorbiaceae (8), Myristicaceae (8), Rubiaceae (8), Flacourtiaceae (6), Meliaceae (6), Myrtaceae (6), Ebenaceae (5), Elaeocarpaceae (5), Humiriaceae (5) e Olacaceae (5). Essas 26 famílias possuem, juntas, 85,25% das espécies. As 13 primeiras famílias juntas contribuem com 62,53% das espécies.

Foram amostrados 9.955 indivíduos das 427 espécies, pertencentes a 58 famílias e 194 gêneros (Apêndice 3). As espécies mais abundantes foram *Geissospermum sericeum* (5,04%), *Pouteria ni* (4,10%), *Manilkara huberi* (2,48%), *Cecropia sciadophylla* (2,36%), *Goupia glabra* (2,26%), *Eschweilera jurunensis* (2,20%), *Dendrobangia boliviana* (2,00%), *Protium sagotianum* (1,76%), *Minquartia guianensis* (1,68%), *Virola michelli* (1,66%), *Ocotea douradensis* (1,62%), *Iryanthera sagotiana* (1,49%), *Micropholis guianensis* (1,48%), *Sclerolobium tinctorium* (1,46%), *Eschweilera coriacea* (1,36%), *Corytophora rimosa* (1,16%), *Syzygiopsis oppositifolia* (1,16%), *Inga paraensis* (1,13%), *Maytenus floribunda* (1,10%), *Manilkara bidentada* (1,08%), *Tachigalia myrmecophyla* (1,04%), *Eschweilera amazonica* (1,03%), *Anaxagorea dolichocarpa* (1,01%). Em conjunto, elas representam 47,51% dos indivíduos amostrados.

As famílias com os maiores números de indivíduos foram: Sapotaceae (1910), Lecythidaceae (846), Mimosaceae (704), Apocynaceae (658), Moraceae (619), Lauraceae (569), Caesalpiniaceae (505), Burseraceae (474), Myristicaceae (377),



Celastraceae (339), Annonaceae (245), Icacinaceae (209), Fabaceae (200), Olacaceae (188), Euphorbiaceae (179), Melastomataceae (165), Ebenaceae (120), Bignoniaceae (117), Violaceae (115), Anacardiaceae (103) e Vochysiaceae (101). Juntas estas famílias representam 89,21% dos indivíduos amostrados.

#### 4.1.2.1 Similaridade florística

Os valores do Índice de Morisita de similaridade de espécies, o qual varia de 0 (quando não há nenhuma espécie em comum) a 1 (quando todas as espécies possuem proporções relativas iguais), para dominância ( $G.m^2.ha^{-1}$ ), são mostrados no Apêndice 4.

Pode-se observar que os pares de tratamentos mais similares são: T6 e T12 (0,8912), T4 e T5 (0,8696), T4 e T5 (0,8564), T9 e T12 (0,8433), T9 e T12 (0,8475), T2 e T7 (0,8577) e T2 e T7 (0,8599) nos anos de 1984, 1986, 1988, 1990, 1994, 1996 e 2004, respectivamente.

A Figura 14 mostra o dendograma obtido para os tratamentos, utilizando -se o método de média de grupo (UPGMA), com base no Índice de Similaridade de Morisita.

A análise do agrupamento, Figura 14 - 1984, mostra a existência de dois grupos com maior similaridade. O formado com os tratamentos T1, T3, T6, T8, T9 e T12, com o grupo formado pelos tratamentos T2, T4, T5 T7, e T11. Os tratamentos T0 e T10 não formam grupo.

Neste ano ainda não haviam sido aplicados a extração de madeira e os tratamentos silviculturais, com isto esperava-se homogeneidade da área com a formação de um único grupo.

Este fato reporta para os fatores que afetam a dinâmica da floresta, que são muitos, e a interação entre eles também, o que gera uma grande complexidade. Sabe-se que os mais importantes são a luz, água e solo, individualmente e suas interações que produzem combinações difíceis de serem estudadas.

FIGURA 14 – DENDROGRAMA RESULTANTE DA APLICAÇÃO DO ALGORITMO DE AGRUPAMENTO UPGM AOS VALORES DE SIMILARIDADE CALCULADOS COM O ÍNDICE DE MORISITA ENTRE OS 12 TRATAMENTOS PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO

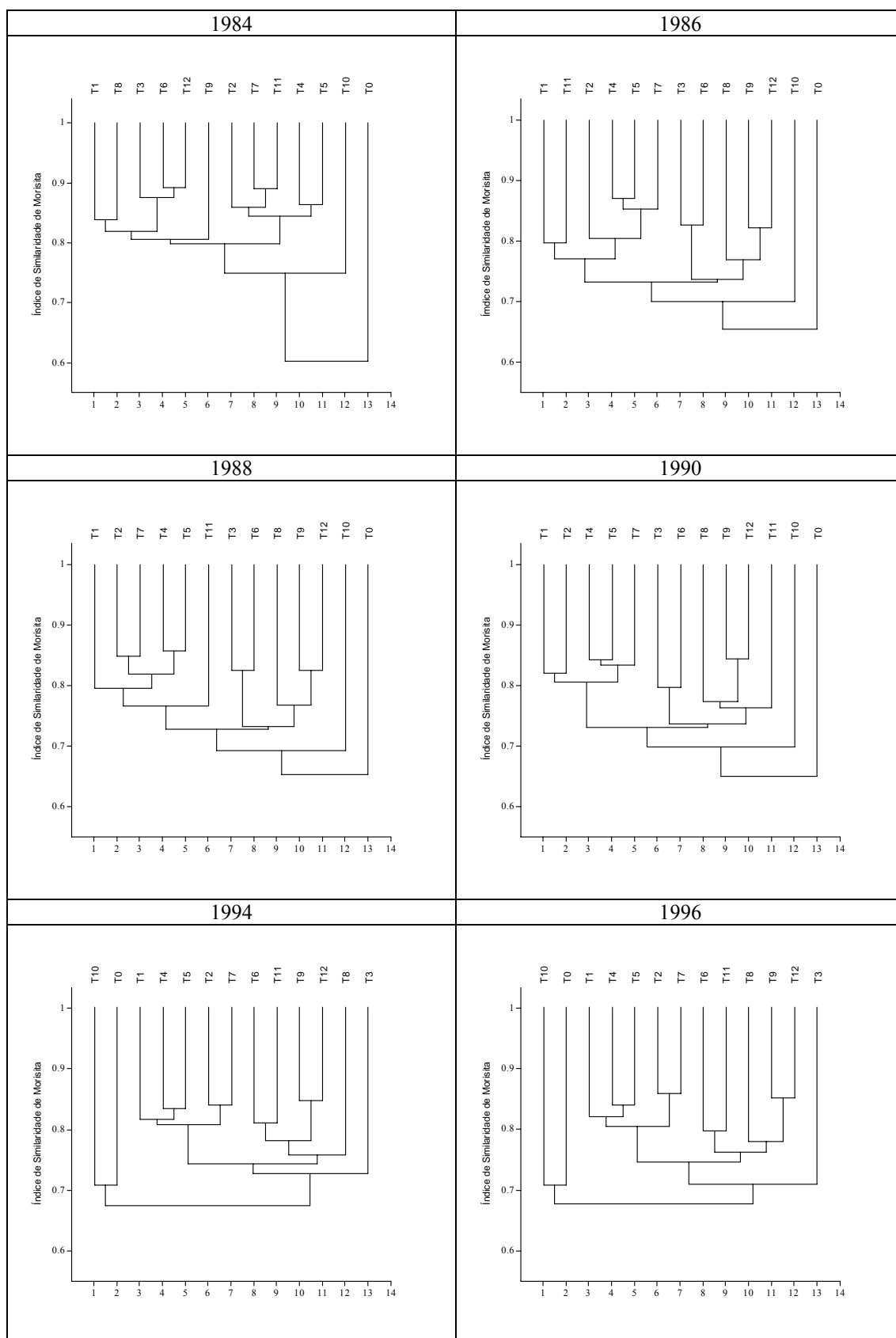
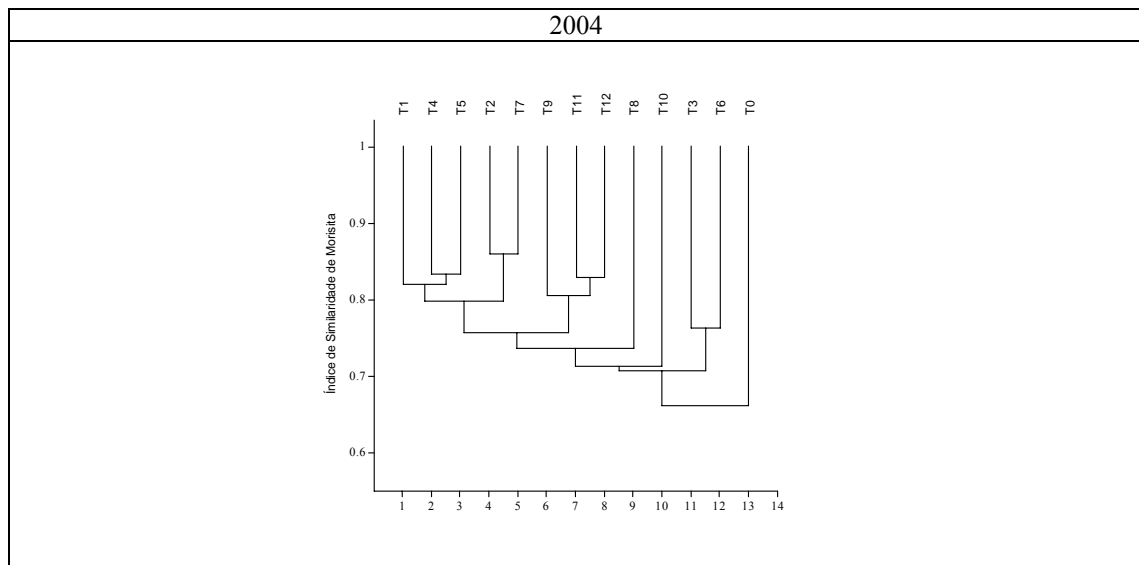


FIGURA 14 – CONTINUAÇÃO ...



Em muitos experimentos onde se quer investigar o efeito de um fator (tratamento), resulta difícil interpretar os resultados devido à quantidade de outros fatores variáveis que estão fora do controle do experimento e podem confundi-los.

Nos anos de 1986 e 1988 o dendrograma indicou os seguintes grupos com maior similaridade: tratamentos T1, T2, T4, T5, T7 e T11; tratamentos T3, T6, T8, T9 e T12 e; sem formar grupos T0 e T10.

Os seguintes tratamentos foram agrupados nos anos de 1990 a 1996: T1, T2, T4, T5 e T7; T3, T6, T8, T9, T11 e T12 e; sem formar grupo: T0 e T10.

Já em 2004 observa-se, basicamente, tomando como referência 0,7 para o Índice de Morisita, a formação de um único grupo, a exceção da testemunha (T0).

A aplicação dos tratamentos silviculturais não alterou a composição dos grupos formados a partir de 1990. Entretanto, é possível concluir que em de 2004 há uma tendência de homogeneidade das parcelas submetidas a diferentes tratamentos.

Os valores de similaridade em nível de espécies para os doze tratamentos, exceto a testemunha, para todos os anos foram altíssimos, acima de 70%, quando comparados aos índices encontrados por Oliveira (1997), citado por MELO (2004). Esse autor comparou três parcelas de florestas naturais (Manaus-AM) com área de 1ha e distância máxima de 400 metros entre elas. Estas áreas apresentaram valores médios

de similaridade de Jaccard de 35% em nível específico. Esse autor justifica que a baixa similaridade florística, mesmo entre áreas muito próximas, é decorrente do grande número de espécies com baixa densidade. Afirma ainda, que seria imprudência considerar áreas tão próximas, com características estruturais de solo e relevo tão semelhantes, como comunidades distintas.

#### 4.1.2.2 Diversidade

##### 4.1.2.2.1 Análise de variância com medida repetida no tempo

Conduziu-se a análise estatística do efeito dos tratamentos sobre as variáveis número de espécies (S), índice de diversidade de Shannon (H'), índice de equabilidade (J) e índice de diversidade Alfa de Fisher, usando ANOVA de medidas repetidas no tempo. Essas análises foram conduzidas de acordo com von ENDE (2001) para o modelo univariado no esquema de parcelas subdivididas, tendo na parcela os fatores bloco e tratamento e nas subparcelas alocou-se os tempos e as interações tempo\*tratamentos e tempo\*blocos.

Para verificar se a matriz de covariância atende à condição de esfericidade de HUYNH e FELDT (1970), foi calculado o teste de MAUCHLY (1940) que determina se uma população multivariada apresenta variâncias iguais e correlação nula.

Foram calculadas as correções de Huynh - Feldt (H-F) e Greenhouse - Geisser (G-G) para possíveis violações da pressuposição de esfericidade da Anova de medidas repetidas (von ENDE, 2001). A tabela da Anova oferece as estimativas de epsilon de GREENHOUSE e GEISSER (1959 e 1958) e de HUYNH e FELDT (1976), sendo a primeira delas mais conservadora. Por esta razão, é mais seguro fazer inferência com base em G-G.

Uma vez que o nível crítico associado ao teste de Mauchly (W) é menor que 0,01, rejeitou-se a hipótese de esfericidade, Tabela 19, para o número de espécies (S).

TABELA 19 - TESTE DE ESFERICIDADE DE MAUCHLY PARA O NÚMERO DE ESPÉCIES (S)

| VARIÁVEL             | TESTE DE MAUCHLY<br>(W) | GL | CHI-QUADRADO | Pr > CHI-QUADRADO |
|----------------------|-------------------------|----|--------------|-------------------|
| Componente Ortogonal | 0,0023719               | 20 | 119,53825    | <0,0001           |

Diante do resultado mostrado na Tabela 19, poder-se-ia basear as decisões na estatística multivariada apresentada na Tabela 20, que não é afetada pelo descumprimento da pressuposição de esfericidade.

Observando os resultados da Tabela 20, tem-se quatro estatísticas multivariadas, Lambda de Wilks, Traço de Pillai, Traço de Hotelling-Lawley e Maior raiz de Roy. Para o fator tempo, posto que o nível de significância associado a cada uma das estatísticas é a mesma (0,0001) menor que 0,01, pode-se rejeitar a hipótese nula, de igualdade das medidas, e concluir que o número de espécies não é o mesmo nos sete momentos temporais definidos pelo fator tempo.

Na Tabela 20 observa-se também, considerando a Maior Raiz de Roy, que a interação tempo\*tratamento é significativa estatisticamente ( $p < 0,0001$ ). Isto é, o número de espécies é influenciado pelos tratamentos ao longo do tempo.

TABELA 20 - MANOVA DAS INTERAÇÕES BLOCO\*TEMPO E TRATAMENTO\*TEMPO E O EFEITO DO TEMPO PARA O NÚMERO DE ESPÉCIES (S)

| ESTATÍSTICA                   | VALOR      | F     | GL HIPÓTESE | GL ERRO | Pr > F  |
|-------------------------------|------------|-------|-------------|---------|---------|
| <b>A – Tempo</b>              |            |       |             |         |         |
| Lambda de Wilks               | 0,12463060 | 19,90 | 6           | 17      | <0,0001 |
| Traço de Pillai               | 0,87536940 | 19,90 | 6           | 17      | <0,0001 |
| Traço de Hotelling-Lawley     | 7,02371162 | 19,90 | 6           | 17      | <0,0001 |
| Maior Raiz de Roy             | 7,02371162 | 19,90 | 6           | 17      | <0,0001 |
| <b>B - Bloco x Tempo</b>      |            |       |             |         |         |
| Lambda de Wilks               | 0,60634777 | 0,81  | 12          | 34      | 0,6429  |
| Traço de Pillai               | 0,44027250 | 0,85  | 12          | 36      | 0,6043  |
| Traço de Hotelling-Lawley     | 0,57233157 | 0,78  | 12          | 23,544  | 0,6634  |
| Maior Raiz de Roy             | 0,35690371 | 1,07  | 6           | 18      | 0,4156  |
| <b>C - Tratamento x Tempo</b> |            |       |             |         |         |
| Lambda de Wilks               | 0,02031074 | 1,57  | 66          | 96,42   | 0,0222  |
| Traço de Pillai               | 2,49625011 | 1,42  | 66          | 132     | 0,0437  |
| Traço de Hotelling-Lawley     | 7,23354886 | 1,72  | 66          | 45,846  | 0,0271  |
| Maior Raiz de Roy             | 3,93066872 | 7,86  | 11          | 22      | <0,0001 |

Entretanto, a estatística F univariada é mais potente que a estatística multivariada (von ENDE, 2001) e para utilizar esta estatística se faz necessário corrigir os graus de liberdade de F (tanto do numerador como do denominador) multiplicando pelo valor estimado de epsilon.

Deste modo, observando os resultados que se apresentam na Tabela 21, a variação do número de espécies em função do tempo é altamente significativa ao nível de 1% de probabilidade,  $p < 0,01$  (G-G) e a interação tempo\*tratamento é significativa ao nível de 5% de probabilidade,  $p < 0,05$  (G-G). Isto é, o número de espécies varia com o passar do tempo e em função dos tratamentos ao longo do tempo. Pode-se afirmar que o número de espécies não tem nenhuma relação com o bloco com o passar do tempo ( $p = 0,6214$ ).

A comparação dos contrastes para o fator tempo, na Tabela 22, mostra que existe mudança significativa no número de espécies entre os anos 1994-1990 ( $p = 0,04010$ ), 1996-1994 ( $p = 0,0092$ ) e 2004-1996 (0,0435) para os tratamentos. Isto mostra que perdas no número médio de espécies em consequência da mortalidade provocada pela extração de madeira observada em todos os tratamentos, logo após a exploração, não foi significativa (Tabela 23).

TABELA 21 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA O NÚMERO DE ESPÉCIES (S) (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| PARCELA          |     |                            |            |        |         | Pr > F CORRIGIDO |         |
|------------------|-----|----------------------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| F. VARIAÇÃO      | GL  | SQ                         | QM         | F      | PR > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco            | 2   | 1741,055556                | 870,527778 | 3,22   | 0,0594  |                  |         |
| Tratamento       | 11  | 3066,936508                | 278,812410 | 1,03   | 0,4539  |                  |         |
| Erro             | 22  | 5950,658730                | 270,484488 |        |         |                  |         |
| SUBPARCELA       |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo            | 6   | 2014,492063                | 335,748677 | 22,08  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco      | 12  | 136,722222                 | 11,393519  | 0,75   | 0,7011  | 0,5557           | 0,6214  |
| Tempo*Tratamento | 66  | 1839,507937                | 27,871332  | 1,83   | 0,0017  | 0,0489           | 0,0152  |
| Erro (tempo)     | 132 | 2007,563492                | 15,208814  |        |         |                  |         |
|                  |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,3106 |         |                  |         |
|                  |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 0,5387 |         |                  |         |

Na Tabela 23, as médias seguidas da mesma letra, no mesmo ano, não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de

probabilidade. Os tratamentos não causaram perdas no número médio de famílias, gêneros e espécies em consequência da mortalidade provocada pela extração de madeira e aplicação dos tratamentos silviculturais, como se observa nos anos de 1986 a 1996. Comparando-se a primeira medição (1984) com a última medição (2004), verificou-se um balanço significativamente positivo, na riqueza florística através do ingresso de novas espécies na comunidade, com os tratamentos T9, T12, T1, T4, T5, T11, T6 e T3 iguais estatisticamente, mas superiores aos tratamentos T7, T8, T10 e T2.

TABELA 22 - ANOVA DE CADA CONTRASTE PARA O FATOR TEMPO

| FONTE DE VARIAÇÃO               | GL | SQ          | QM          | F      | Pr > F  |
|---------------------------------|----|-------------|-------------|--------|---------|
| Contraste: Ano 1986 - Ano 1984. |    |             |             |        |         |
| Média                           | 1  | 1381,361111 | 1381,361111 | 22,22  | 0,0001  |
| Bloco                           | 2  | 92,055556   | 46,027778   | 0,74   | 0,4885  |
| Tratamento                      | 11 | 1171,638889 | 106,512626  | 1,71   | 0,1361  |
| Erro                            | 22 | 1367,944444 | 62,179293   |        |         |
| Contraste: Ano 1988 - Ano 1986. |    |             |             |        |         |
| Média                           | 1  | 2417,361111 | 2417,361111 | 36,61  | <0,0001 |
| Bloco                           | 2  | 142,722222  | 71,361111   | 1,08   | 0,3567  |
| Tratamento                      | 11 | 1288,305556 | 117,118687  | 1,77   | 0,1217  |
| Erro                            | 22 | 1452,611111 | 66,027778   |        |         |
| Contraste: Ano 1990 - Ano 1988. |    |             |             |        |         |
| Média                           | 1  | 2533,444444 | 2533,444444 | 36,93  | <0,0001 |
| Bloco                           | 2  | 188,722222  | 94,361111   | 1,38   | 0,2736  |
| Tratamento                      | 11 | 1428,555556 | 129,868687  | 1,89   | 0,0976  |
| Erro                            | 22 | 1509,277778 | 68,603535   |        |         |
| Contraste: Ano 1994 - Ano 1990. |    |             |             |        |         |
| Média                           | 1  | 2550,250000 | 2550,250000 | 46,92  | <0,0001 |
| Bloco                           | 2  | 81,500000   | 40,750000   | 0,75   | 0,4842  |
| Tratamento                      | 11 | 1423,416667 | 129,401515  | 2,38   | 0,0401  |
| Erro                            | 22 | 1195,833333 | 54,356061   |        |         |
| Contraste: Ano 1996 - Ano 1994  |    |             |             |        |         |
| Média                           | 1  | 1002,777778 | 1002,777778 | 29,43  | <0,0001 |
| Bloco                           | 2  | 51,722222   | 25,861111   | 0,76   | 0,4800  |
| Tratamento                      | 11 | 1211,888889 | 110,171717  | 3,23   | 0,0092  |
| Erro                            | 22 | 749,611111  | 34,073232   |        |         |
| Contraste: Ano 2004 - Ano 1996. |    |             |             |        |         |
| Média                           | 1  | 2288,027778 | 2288,027778 | 144,19 | <0,0001 |
| Bloco                           | 2  | 48,222222   | 24,111111   | 1,52   | 0,2409  |
| Tratamento                      | 11 | 407,638889  | 37,058081   | 2,34   | 0,0435  |
| Erro                            | 22 | 349,111111  | 15,868687   |        |         |

TABELA 23 – NÚMERO MÉDIO DE ESPÉCIES POR HECTARE E POR TRATAMENTO ENTRE OS ANOS DE MONITORAMENTO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA TRATAMENTO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT

| TRATAMENTO  | ANOS DE MONITORAMENTO |         |         |         |         |         |         |
|-------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | 1984                  | 1986    | 1988    | 1990    | 1994    | 1996    | 2004    |
| 9           | 85,00 a               | 82,33 a | 82,33 a | 82,67 a | 85,67 a | 87,67 a | 95,00 a |
| 12          | 76,67 a               | 73,33 a | 73,67 a | 75,33 a | 81,33 a | 84,00 a | 94,00 a |
| 1           | 82,00 a               | 80,67 a | 79,33 a | 79,00 a | 83,00 a | 85,00 a | 90,00 a |
| 4           | 84,00 a               | 83,67 a | 84,33 a | 82,33 a | 82,67 a | 81,33 a | 89,33 a |
| 5           | 82,33 a               | 79,00 a | 76,67 a | 76,00 a | 79,67 a | 79,33 a | 88,33 a |
| 11          | 76,00 a               | 75,33 a | 73,67 a | 71,33 a | 74,00 a | 74,33 a | 88,00 a |
| 6           | 76,67 a               | 74,67 a | 75,33 a | 75,67 a | 78,00 a | 75,00 a | 87,00 a |
| 3           | 78,67 a               | 79,00 a | 79,33 a | 80,00 a | 82,67 a | 77,67 a | 86,00 a |
| 7           | 78,33 a               | 76,67 a | 77,33 a | 77,33 a | 83,00 a | 79,67 a | 79,33 b |
| 8           | 80,67 a               | 76,00 a | 75,00 a | 78,00 a | 80,67 a | 71,33 a | 78,33 b |
| 10          | 75,33 a               | 70,00 a | 70,33 a | 70,67 a | 75,33 a | 68,33 a | 77,33 b |
| 2           | 78,67 a               | 79,67 a | 80,67 a | 79,33 a | 79,33 a | 69,33 a | 76,00 b |
| Média Geral | 79,53                 | 77,53   | 77,33   | 77,31   | 80,44   | 77,75   | 85,72   |

O resultado da análise de variância com o nível de significância do teste F corrigido (G-G) para o índice de diversidade de Shannon (H'), índice de diversidade Alfa de Fisher ( $\alpha$ ) e índice de equabilidade (J) são apresentados na Tabela 24.

Como o teste de esfericidade de Mauchly ( $W = 0,0046827$ ,  $\chi^2 = 106,0857$  e  $p < 0,0001$ ;  $W = 0,0068142$ ,  $\chi^2 = 98,666379$  e  $p < 0,0001$  e;  $W = 0,0011556$ ,  $\chi^2 = 133,75921$  e  $p < 0,0001$ ) foi significativo ( $p < 0,0001$ ) para as variáveis descritas, respectivamente, rejeita-se a hipótese da nulidade. Isto é, a pressuposição de esfericidade não é atendida.

Levando em consideração o F corrigido (G-G) e a significância estatística do efeito do tempo ( $p < 0,0001$ ), o índice de diversidade de Shannon (H'), o índice de diversidade Alfa de Fisher ( $\alpha$ ) e o índice de equabilidade (J) variam significativamente com o passar do tempo. Baseado também nas probabilidades apresentadas nesta Tabela 24, as interações tempo\*tratamento para o H' ( $p = 0,0137$ ),  $\alpha$  ( $p = 0,1151$ ) e J ( $p = 0,2952$ ) são estatisticamente significativas no primeiro caso e não significativas nos dois últimos, mostrando que a aplicação dos tratamentos influenciou o índice de diversidade de Shannon com o passar do tempo.



TABELA 24 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA OS ÍNDICES DE DIVERSIDADE DE SHANNON (H'), ALFA DE FISHER E ÍNDICE DE EQUABILIDADE (J) (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| ÍNDICE DE SHANNON (H') |     |                            |            |        |         |                  |         |
|------------------------|-----|----------------------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| PARCELA                |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação            | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                  | 2   | 0,35117498                 | 0,17558749 | 1,77   | 0,1937  |                  |         |
| Tratamento             | 11  | 0,86303957                 | 0,07845814 | 0,79   | 0,6469  |                  |         |
| Erro                   | 22  | 2,18192073                 | 0,09917822 |        |         |                  |         |
| SUBPARCELA             |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo                  | 6   | 0,48962443                 | 0,08160407 | 29,70  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco            | 12  | 0,01115374                 | 0,00092948 | 0,34   | 0,9806  | 0,8732           | 0,9506  |
| Tempo*Tratamento       | 66  | 0,37690024                 | 0,00571061 | 2,08   | 0,0002  | 0,0137           | 0,0017  |
| Erro (tempo)           | 132 | 0,36273588                 | 0,00274800 |        |         |                  |         |
|                        |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,3809 |         |                  |         |
|                        |     | Huynh – Feldt Epsilon      |            | 0,6786 |         |                  |         |
| ALFA DE FISHER         |     |                            |            |        |         |                  |         |
| PARCELA                |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação            | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                  | 2   | 4644,943839                | 2322,4719  | 5,14   | 0,0147  |                  |         |
| Tratamento             | 11  | 2890,186232                | 262,74420  | 0,58   | 0,8236  |                  |         |
| Erro                   | 22  | 9943,211561                | 451,96416  |        |         |                  |         |
| SUBPARCELA             |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo                  | 6   | 2194,823304                | 365,80388  | 19,92  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco            | 12  | 109,621022                 | 9,135085   | 0,50   | 0,9132  | 0,7707           | 0,8675  |
| Tempo*Tratamento       | 66  | 1783,235696                | 27,018723  | 1,47   | 0,0312  | 0,1151           | 0,0559  |
| Erro (tempo)           | 132 | 2424,276578                | 18,365732  |        |         |                  |         |
|                        |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,4023 |         |                  |         |
|                        |     | Huynh – Feldt Epsilon      |            | 0,7224 |         |                  |         |
| EQUABILIDADE (J)       |     |                            |            |        |         |                  |         |
| PARCELA                |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação            | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                  | 2   | 0,00134944                 | 0,00067472 | 0,25   | 0,7779  |                  |         |
| Tratamento             | 11  | 0,02167705                 | 0,00197064 | 0,74   | 0,6893  |                  |         |
| Erro                   | 22  | 0,05842663                 | 0,00265576 |        |         |                  |         |
| SUBPARCELA             |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo                  | 6   | 0,00288256                 | 0,00048043 | 11,61  | <0,0001 | 0,0002           | <0,0001 |
| Tempo*Bloco            | 12  | 0,00063933                 | 0,00005328 | 1,29   | 0,2331  | 0,2922           | 0,2744  |
| Tempo*Tratamento       | 66  | 0,00331507                 | 0,00005023 | 1,21   | 0,1738  | 0,2952           | 0,2466  |
| Erro (tempo)           | 132 | 0,00546252                 | 0,00004138 |        |         |                  |         |
|                        |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,2957 |         |                  |         |
|                        |     | Huynh – Feldt Epsilon      |            | 0,5098 |         |                  |         |

A ANOVA de cada contraste para o fator tempo mostrou que foi significativa a mudança no H' ( $p = 0,0491$ ) entre os anos 1986-1984, após a aplicação da colheita de madeira.

A abundância relativa das espécies e a riqueza florística refletem-se no valor do índice de diversidade do local. A área de estudo apresentou alta diversidade e alta Equabilidade (Tabela 25 e Figura 15). Os valores encontrados para H' situam-se na

faixa dos valores encontrados para as florestas da região, que variaram de 3,5 a 3,9 em área explorada (OLIVEIRA, 2005; SILVA, 2004).

Apesar do resultado da Anova ter mostrado que a interação tempo\*tratamento era significativa para  $H'$ , a Tabela 25 mostra que o teste de Scott-Knott não foi sensível para reunir os tratamentos em diferentes agrupamentos.

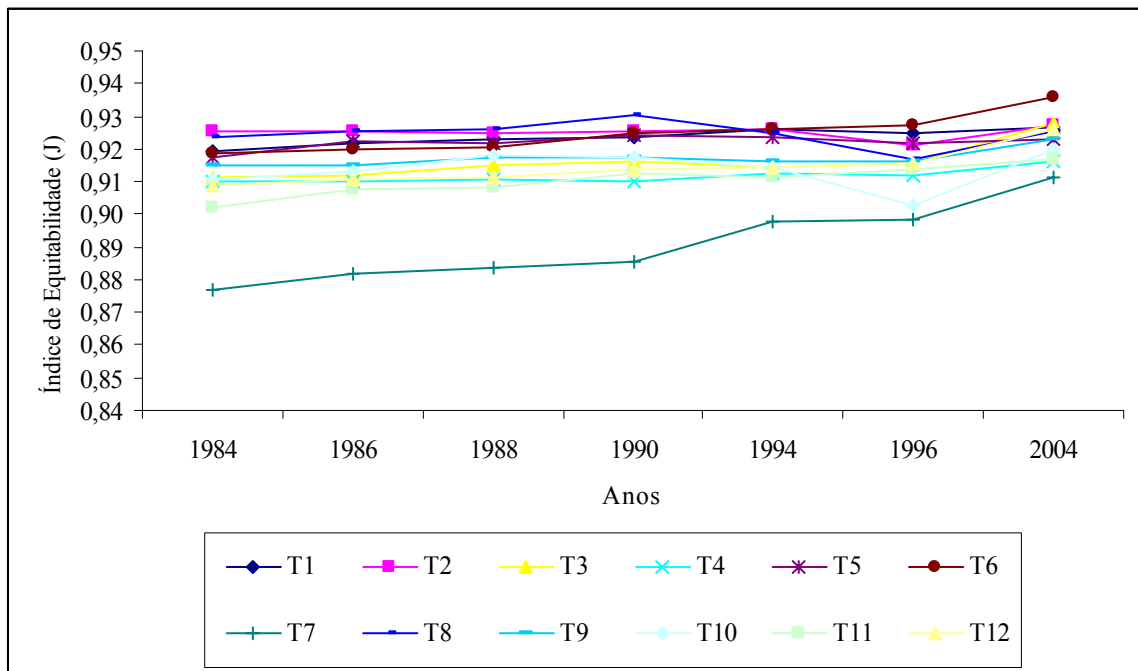
A Equabilidade (J) também foi muito alta (0,88 a 0,94), sugerindo dominância ecológica (concentração da abundância em poucas espécies) menos pronunciada.

A Tabela 24 também mostra que a diversidade de espécies não foi significativamente afetada pelos tratamentos para o índice Alfa de Fisher. Na Figura 16 é mostrada a variação que ocorre para este índice em função do tempo. As variações do índice  $\alpha$  durante o período estudado ficou entre 47,82 a 76,54 com a maioria dos valores em torno de 54 a 65. Resultado semelhante também foi relatado por STEEGE et al. (2000), que obtiveram  $\alpha$  de 56 para Amazônia Oriental.

TABELA 25 – ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON ( $H'$ ) POR TRATAMENTO ENTRE OS ANOS DE MONITORAMENTO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT

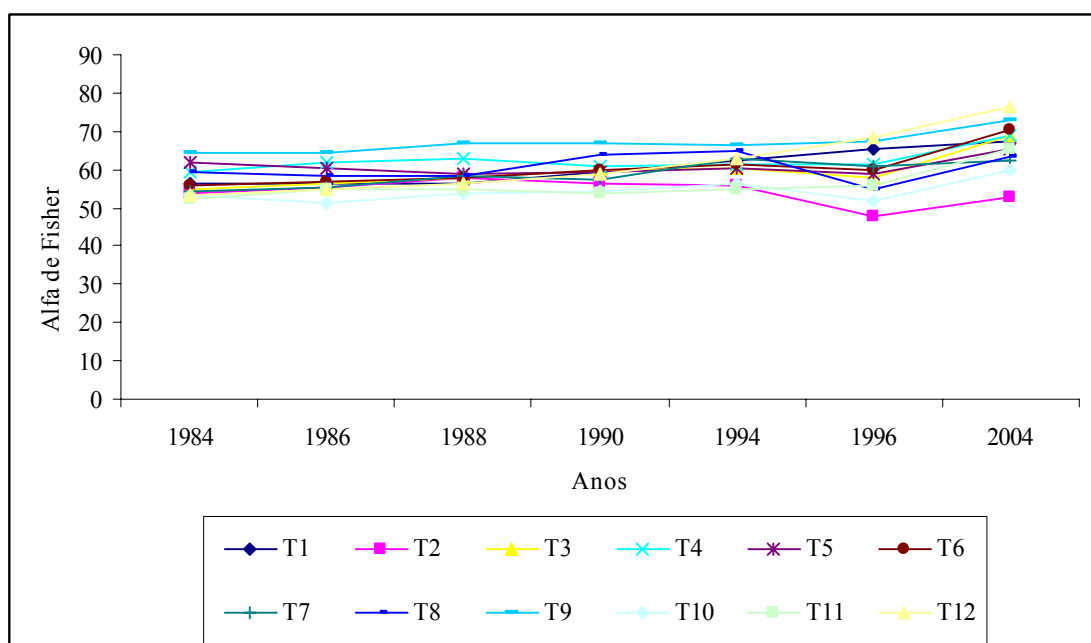
| TRATAMENTOS | ANOS DE MONITORAMENTO |        |        |        |        |        |        |
|-------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|             | 1984                  | 1986   | 1988   | 1990   | 1994   | 1996   | 2004   |
| 1           | 4,05 a                | 4,04 a | 4,04 a | 4,03 a | 4,09 a | 4,11 a | 4,17 a |
| 2           | 4,03 a                | 4,04 a | 4,05 a | 4,04 a | 4,05 a | 3,90 a | 4,01 a |
| 3           | 3,97 a                | 3,98 a | 4,00 a | 4,01 a | 4,04 a | 3,98 a | 4,13 a |
| 4           | 4,03 a                | 4,03 a | 4,04 a | 4,01 a | 4,03 a | 4,01 a | 4,12 a |
| 5           | 4,04 a                | 4,03 a | 3,99 a | 4,00 a | 4,04 a | 4,03 a | 4,14 a |
| 6           | 3,98 a                | 3,97 a | 3,98 a | 4,00 a | 4,03 a | 4,00 a | 4,18 a |
| 7           | 3,82 a                | 3,82 a | 3,84 a | 3,85 a | 3,96 a | 3,92 a | 3,97 a |
| 8           | 4,05 a                | 4,01 a | 4,00 a | 4,05 a | 4,06 a | 3,90 a | 4,03 a |
| 9           | 4,07 a                | 4,04 a | 4,05 a | 4,05 a | 4,08 a | 4,10 a | 4,20 a |
| 10          | 3,93 a                | 3,88 a | 3,90 a | 3,90 a | 3,95 a | 3,81 a | 4,00 a |
| 11          | 3,91 a                | 3,92 a | 3,90 a | 3,89 a | 3,92 a | 3,93 a | 4,10 a |
| 12          | 3,94 a                | 3,91 a | 3,92 a | 3,95 a | 4,02 a | 4,06 a | 4,21 a |
| Média Geral | 3,99                  | 3,97   | 3,97   | 3,98   | 4,02   | 3,98   | 4,10   |

FIGURA 15 - ÍNDICE DE EQUABILIDADE (J) POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO



Como resultado da extração e dos tratamentos silviculturais aplicados, variações ocorreram na composição florística, sendo a dinâmica dessas mudanças baixas e pouco influenciadas pela aplicação dos tratamentos.

FIGURA 16 - ÍNDICE ALFA DE FISHER POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO



De maneira geral as intervenções realizadas não provocaram a diminuição da riqueza florística após suas aplicações. Entretanto, 19 anos após a exploração e 10 após a aplicação dos desbastes, observa-se um ganho no número de espécies em relação aos demais períodos de medição. Por outro lado, mesmo a interação tempo\*tratamento sendo significativa, não se pode afirmar que a extração e os tratamentos aplicados favoreceram o aumento da riqueza florística durante o período avaliado.

#### 4.1.3 Estrutura e Dinâmica da Floresta

Os resultados da análise de variância executada para verificar se as variações da área basal, volume, número de árvores, diâmetro médio, incremento periódico anual (IPA em diâmetro, área basal e volume), taxa de ingresso, taxa de mortalidade, balanço líquido (diferença entre ingresso e mortalidade) e tempo de meia vida são devidas aos tratamentos com o passar do tempo, também foram conduzidas usando ANOVA de medidas repetidas no tempo (von ENDE, 2001).

##### 4.1.3.1 Povoamento total líquido - Incluindo ingresso e mortalidade

Na Tabela 26 são apresentadas as probabilidades para o F corrigido, usando os fatores G-G e H-F para os resultados da análise de variância realizados para área basal, volume, número de árvores e diâmetro médio.

Como o teste de esfericidade de Mauchly (W) foi significativo ( $p < 0,0001$ ) para área basal ( $W = 0,0079109$ ,  $\chi^2 = 95,714841$  e  $p < 0,0001$ ), volume ( $W = 0,0066135$ ,  $\chi^2 = 99,257736$  e  $p < 0,0001$ ), número de árvores ( $W = 0,0003747$ ,  $\chi^2 = 156,03635$  e  $p < 0,0001$ ) e diâmetro médio ( $W = 0,0032132$ ,  $\chi^2 = 113,53425$  e  $p < 0,0001$ ), rejeita-se a hipótese da nulidade.

Levando em consideração o F corrigido (G-G), a significância estatística do efeito do tempo, indica que a área basal, o volume, número de árvores e diâmetro médio ( $p < 0,0001$ ) variam significativamente com o passar do tempo. Baseado

também nas probabilidades apresentadas nesta tabela, as interações tempo\*tratamento

TABELA 26 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA VOLUME, NÚMERO DE ÁRVORES E DIÂMETRO MÉDIO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha) |     |             |            |        |         |                  |         |
|---------------------------------|-----|-------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela                         |     |             |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação                     | GL  | SQ          | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                           | 2   | 114,9225511 | 57,4612755 | 2,71   | 0,0885  |                  |         |
| Tratamento                      | 11  | 598,3177527 | 54,3925230 | 2,57   | 0,0287  |                  |         |
| Erro                            | 22  | 465,8843242 | 21,1765602 |        |         |                  |         |
| Subparcela                      |     |             |            |        |         |                  |         |
| Tempo                           | 6   | 297,3404211 | 49,5567369 | 52,23  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco                     | 12  | 12,6093606  | 1,0507801  | 1,11   | 0,3594  | 0,3674           | 0,3635  |
| Tempo*Tratamento                | 66  | 128,8557253 | 1,9523595  | 2,06   | 0,0002  | 0,0094           | 0,0008  |
| Erro (tempo)                    | 132 | 125,2422070 | 0,9488046  |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon      |     |             |            | 0,4444 |         |                  |         |
| Huynh – Feldt Epsilon           |     |             |            | 0,8103 |         |                  |         |
| VOLUME (m <sup>3</sup> /ha)     |     |             |            |        |         |                  |         |
| Parcela                         |     |             |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação                     | GL  | SQ          | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                           | 2   | 25333,0785  | 12666,5393 | 3,53   | 0,0467  |                  |         |
| Tratamento                      | 11  | 110295,3907 | 10026,8537 | 2,80   | 0,0193  |                  |         |
| Erro                            | 22  | 78880,5403  | 3585,4791  |        |         |                  |         |
| Subparcela                      |     |             |            |        |         |                  |         |
| Tempo                           | 6   | 53547,54806 | 8924,59134 | 57,26  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco                     | 12  | 1845,90074  | 153,82506  | 0,99   | 0,4648  | 0,4375           | 0,4589  |
| Tempo*Tratamento                | 66  | 20855,48075 | 315,99213  | 2,03   | 0,0003  | 0,0102           | 0,0009  |
| Erro (tempo)                    | 132 | 20573,62676 | 155,86081  |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon      |     |             |            | 0,4526 |         |                  |         |
| Huynh – Feldt Epsilon           |     |             |            | 0,8276 |         |                  |         |
| NÚMERO DE ÁRVORES (n/ha)        |     |             |            |        |         |                  |         |
| Parcela                         |     |             |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação                     | GL  | SQ          | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                           | 2   | 15,05556    | 7,52778    | 0,01   | 0,9941  |                  |         |
| Tratamento                      | 11  | 15850,55556 | 1440,95960 | 1,13   | 0,3888  |                  |         |
| Erro                            | 22  | 28170,46825 | 1280,47583 |        |         |                  |         |
| Subparcela                      |     |             |            |        |         |                  |         |
| Tempo                           | 6   | 9119,00000  | 1519,83333 | 15,39  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco                     | 12  | 1431,50000  | 119,29167  | 1,21   | 0,2840  | 0,3220           | 0,3179  |
| Tempo*Tratamento                | 66  | 7287,00000  | 110,40909  | 1,12   | 0,2914  | 0,3800           | 0,3548  |
| Erro (tempo)                    | 132 | 13033,64286 | 98,73972   |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon      |     |             |            | 0,2432 |         |                  |         |
| Huynh – Feldt Epsilon           |     |             |            | 0,4101 |         |                  |         |
| DIÂMETRO MÉDIO (cm)             |     |             |            |        |         |                  |         |
| Parcela                         |     |             |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação                     | GL  | SQ          | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                           | 2   | 39,4203471  | 19,7101736 | 2,40   | 0,1145  |                  |         |
| Tratamento                      | 11  | 138,0959961 | 12,5541815 | 1,53   | 0,1920  |                  |         |
| Erro                            | 22  | 181,0477218 | 8,2294419  |        |         |                  |         |
| Subparcela                      |     |             |            |        |         |                  |         |
| Tempo                           | 6   | 52,33887018 | 8,72314503 | 18,44  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco                     | 12  | 3,89059740  | 0,32421645 | 0,69   | 0,7630  | 0,5917           | 0,6671  |
| Tempo*Tratamento                | 66  | 30,44770594 | 0,46132888 | 0,98   | 0,5368  | 0,5079           | 0,5201  |
| Erro (tempo)                    | 132 | 62,42909705 | 0,47294770 |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon      |     |             |            | 0,3003 |         |                  |         |
| Huynh – Feldt Epsilon           |     |             |            | 0,5187 |         |                  |         |

para a área basal ( $p = 0,0094$ ), volume ( $p = 0,0102$ ), número de árvores ( $p = 0,3800$ ) e diâmetro médio ( $0,5079$ ) são estatisticamente significativas nos dois primeiros casos e não significativas nos últimos, mostrando que a aplicação dos tratamentos influenciou a área basal e o volume com o passar do tempo.

A anova de cada contraste para o fator tempo mostrou que foram significativas as mudanças na área basal entre os anos 1990-1988, 1994-1990 e 1996-1994,  $p = 0,0421$ ,  $p = 0,0101$  e  $p = 0,0139$ , respectivamente. Para o volume foram significativas as mudanças entre os anos 1988-1986 ( $p = 0,0358$ ), 1990-1988 ( $p = 0,0243$ ), 1994-1990 ( $p = 0,0079$ ) e 1996-1994 ( $p = 0,0091$ ). A mudança no número de árvores foi significativa somente no período 2004-1996 ( $p = 0,0262$ ). Para os tratamentos.

A Tabela 27 oferece as comparações para interação tempo\*tratamentos através do teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

Os resultados destas comparações indicam que houve diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis área basal e volume após a aplicação da exploração florestal e dos tratamentos silviculturais (desbastes).

O teste de Scott-Knott estratificou os tratamentos de forma bastante semelhante para as duas variáveis, após a aplicação da extração madeireira (1984), em dois grupos. O grupo formado pelos tratamentos submetidos à exploração de baixa intensidade (T1, T2 e T3) e o grupo formado pelos demais tratamentos. Observou-se que não foi possível a diferenciação entre os tratamentos de exploração média e pesada e que, os tratamentos T4 e T7 foram contados em grupos diferentes do esperado.

Três anos após a exploração, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si para a área basal. Para o volume, o efeito da extração cessou cinco anos após a sua aplicação, porém, os grupos se mantiveram por, pelo menos, até três anos.

Observa-se na Tabela 27 que os tratamentos também foram estratificados em dois grupos após a aplicação dos tratamentos silviculturais. Dois anos após o anelamento, os tratamentos T3 e T7 foram estatisticamente semelhantes à testemunha (T1, T9 e T5). Os demais tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

TABELA 27 – ÁREA BASAL E VOLUME POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO, PARA O POVOAMENTO TOTAL LÍQUIDO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT

| ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha) |            |            |            |            |            |            |            |
|---------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| TRAT                            | 1984       | 1986       | 1988       | 1990       | 1994       | 1996       | 2004       |
| 1                               | 24,1122 a  | 22,0758 a  | 21,8486 a  | 20,9298 a  | 21,9906 a  | 22,3384 a  | 23,8647 a  |
| 9                               | 23,1440 a  | 19,2389 b  | 19,1761 a  | 19,2323 a  | 20,5742 a  | 20,9182 a  | 22,5985 a  |
| 5                               | 23,1621 a  | 19,5309 b  | 19,4657 a  | 19,1432 a  | 20,3524 a  | 20,7580 a  | 22,3425 a  |
| 3                               | 24,9614 a  | 23,8067 a  | 23,8495 a  | 23,8830 a  | 24,7347 a  | 23,1023 a  | 22,1106 a  |
| 12                              | 22,1289 a  | 17,7838 b  | 18,1027 a  | 18,1867 a  | 19,3481 a  | 19,0786 b  | 20,6675 b  |
| 2                               | 22,6958 a  | 21,4453 a  | 21,2108 a  | 20,9897 a  | 21,6585 a  | 19,7729 b  | 20,3259 b  |
| 4                               | 21,5777 a  | 19,2362 b  | 19,3072 a  | 19,6929 a  | 20,0276 a  | 19,0957 b  | 20,3120 b  |
| 7                               | 22,9792 a  | 20,4964 a  | 20,3314 a  | 20,1561 a  | 20,6564 a  | 20,1706 a  | 19,3750 b  |
| 8                               | 23,4330 a  | 19,1010 b  | 19,2566 a  | 19,5152 a  | 20,6344 a  | 18,8919 b  | 19,3260 b  |
| 11                              | 22,0129 a  | 18,4602 b  | 18,5945 a  | 17,2194 a  | 17,6875 a  | 17,2760 b  | 19,0084 b  |
| 6                               | 21,1917 a  | 17,5861 b  | 17,8531 a  | 17,7094 a  | 18,3931 a  | 17,5363 b  | 18,9523 b  |
| 10                              | 22,9345 a  | 17,6078 b  | 17,7000 a  | 17,6561 a  | 18,6277 a  | 17,4603 b  | 17,5248 b  |
| MÉDIA                           | 22,8611    | 19,6974    | 19,7247    | 19,5261    | 20,3904    | 19,6999    | 20,5340    |
| VOLUME (m <sup>3</sup> /ha)     |            |            |            |            |            |            |            |
| TRAT                            | 1984       | 1986       | 1988       | 1990       | 1994       | 1996       | 2004       |
| 1                               | 292,1744 a | 265,2905 a | 262,9125 a | 251,6468 a | 264,3712 a | 269,0375 a | 287,3503 a |
| 3                               | 308,0691 a | 291,8155 a | 292,8719 a | 293,5865 a | 302,9685 a | 283,3919 a | 268,1687 a |
| 9                               | 280,9136 a | 226,6751 b | 226,5909 b | 227,3309 a | 243,1279 a | 247,0110 a | 266,9707 a |
| 5                               | 281,8154 a | 232,3105 b | 232,5368 b | 228,8515 a | 243,1480 a | 248,2710 a | 265,8845 a |
| 12                              | 267,4999 a | 209,3253 b | 213,8621 b | 214,6775 a | 228,7563 a | 225,5885 a | 242,6425 b |
| 2                               | 274,4270 a | 256,4983 a | 253,2189 a | 250,0806 a | 258,9195 a | 236,7880 a | 240,5257 b |
| 4                               | 256,1465 a | 224,4972 b | 224,9250 b | 230,1549 a | 234,5793 a | 223,3158 a | 237,3846 b |
| 8                               | 286,9472 a | 229,3538 b | 232,0122 b | 235,6581 a | 249,1921 a | 228,4841 a | 232,4883 b |
| 7                               | 276,6226 a | 243,3660 b | 241,7993 b | 238,9382 a | 244,6506 a | 239,9887 a | 229,2602 b |
| 6                               | 255,8821 a | 206,6209 b | 210,1837 b | 208,5851 a | 217,0168 a | 207,4101 a | 221,9172 b |
| 11                              | 263,8774 a | 216,4149 b | 218,9407 b | 201,6765 a | 206,6485 a | 201,5625 a | 218,8873 b |
| 10                              | 282,7722 a | 209,0264 b | 210,5686 b | 209,9294 a | 220,9150 a | 207,9228 a | 204,6993 b |
| MÉDIA                           | 277,2623   | 234,2662   | 235,0352   | 232,5930   | 242,8578   | 234,8977   | 243,0149   |

Os tratamentos mantiveram o mesmo grupo, quando avaliados para a área basal e volume, dez anos após a aplicação dos desbastes, com o tratamento T3 não apresentando diferença estatística dos tratamentos testemunha e os demais tratamentos estatisticamente iguais entre si.

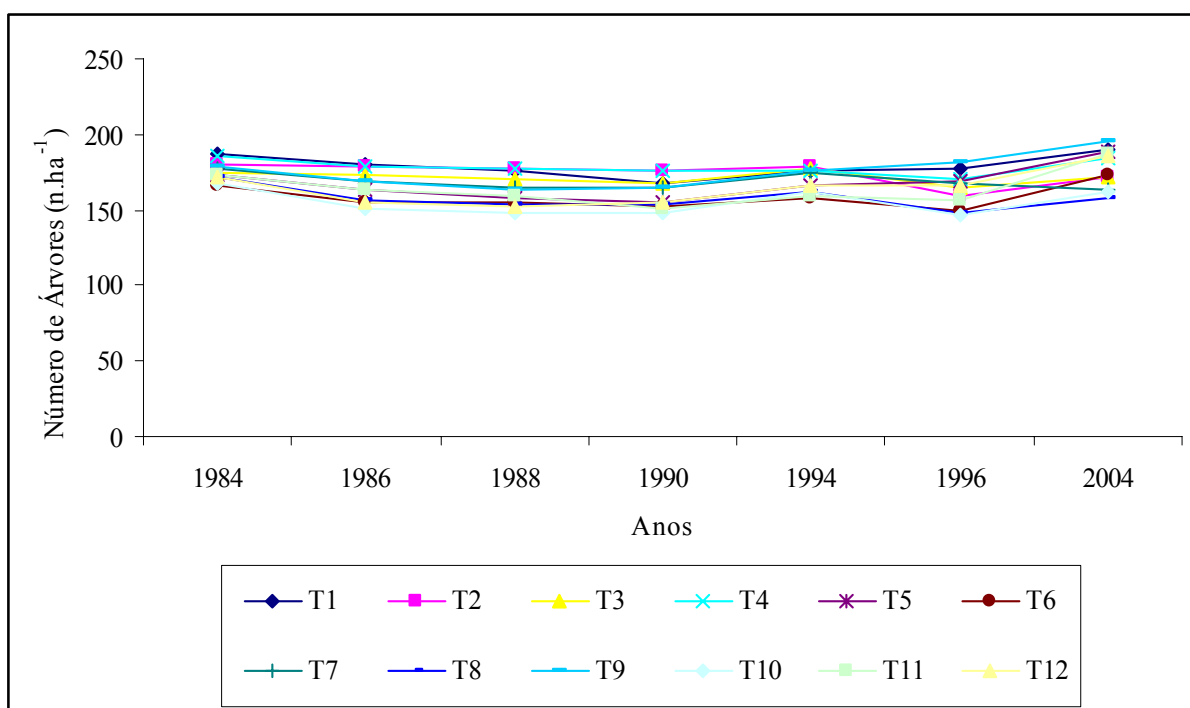
No último levantamento, realizado em 2004, todos os tratamentos apresentaram aumento nos valores de área basal e volume, entretanto, esses valores são inferiores aos obtidos no povoamento original. Entretanto, despertou atenção o fato dos tratamentos que não sofreram desbastes (T1, T5 e T9) apresentarem os melhores índices de recuperação, com os valores atuais do volume representando 98%, 94% e 95%, respectivamente, do volume antes da colheita.

Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os

tratamentos, para a variável número de árvores ( $\text{n.ha}^{-1}$ ), antes da exploração e durante as medições subsequentes.

Nove anos (1994) após a exploração, todos os tratamentos apresentaram número de árvores por hectare, inferior aos valores encontrados na floresta antes da intervenção (Figura 17).

FIGURA 17 - NÚMERO DE INDIVÍDUOS POR HECTARE PARA TODAS AS ESPÉCIES EM CADA TRATAMENTO E A CADA ANO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI



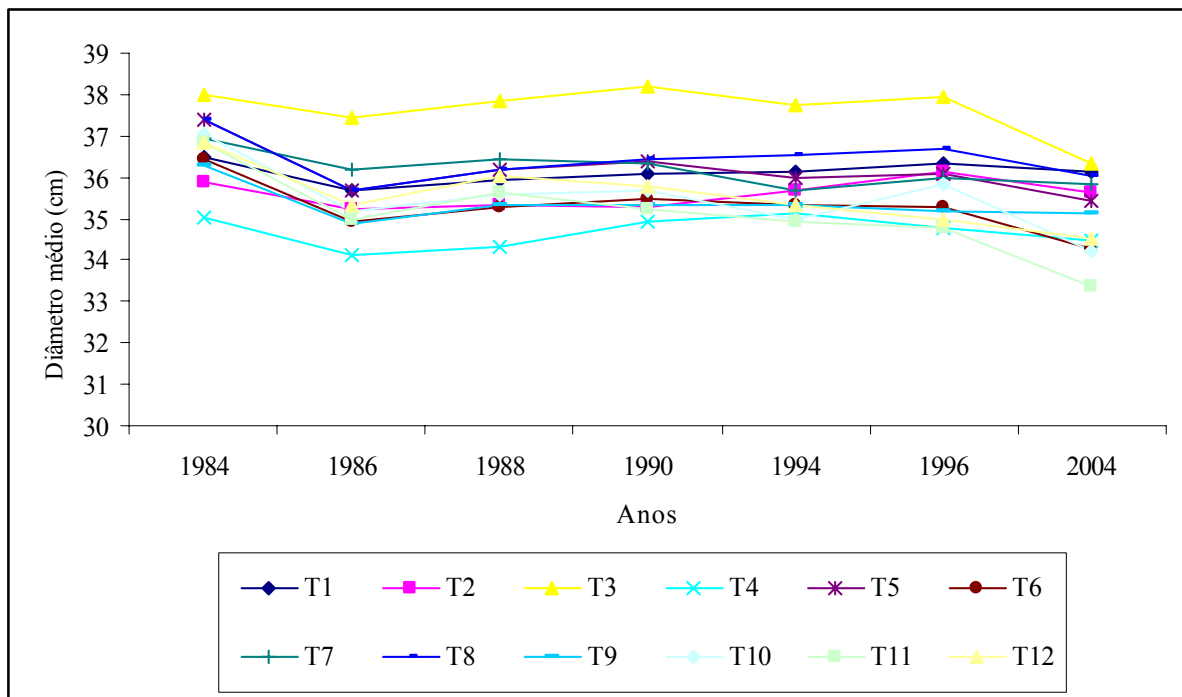
Dezenove anos após a exploração e nove anos após os desbastes, houve um crescimento em número de indivíduos por hectare em relação à medição anterior a exploração (1984), para a maioria dos tratamentos. Entretanto, analisando todo o período de acompanhamento, observa-se que a exploração, aliada à redução da área basal, não favoreceu a recuperação do número de árvores em todos os tratamentos onde foram aplicadas e mesmo nos tratamentos que ultrapassaram o número de árvores original, esta variação foi significativa somente em função do tempo (Tabela 26).

Em todo o período de monitoramento, observou-se que a exploração e a



redução da área basal, também não favoreceu o aumento do diâmetro médio, sendo as variações encontradas significativas somente em função do tempo (Tabela 26 e Figura 18).

FIGURA 18 – DIÂMETRO MÉDIO POR HECTARE PARA TODAS AS ESPÉCIES EM CADA TRATAMENTO E A CADA ANO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI



No teste de esfericidade para as variáveis  $IPA_{DAP}$  ( $W = 0,0466165$ ,  $\chi^2 = 61,6226$  e  $p < 0,0001$ ),  $IPA_G$  ( $W = 0,0043921$ ,  $\chi^2 = 109,10156$  e  $p < 0,0001$ ) e  $IPA_v$  ( $W = 0,0023185$ ,  $\chi^2 = 121,94309$  e  $p < 0,0001$ ) a pressuposição de esfericidade foi rejeitada ao nível de 1% de probabilidade.

Observando os resultados apresentados na Tabela 28, nota-se que as variações do  $IPA_{DAP}$ ,  $IPA_G$  e  $IPA_v$  foram significativamente diferentes em função do tempo ( $p < 0,0001$ ). As interações tempo\*tratamento,  $p = 0,2689$ ,  $p = 0,0296$  e  $p = 0,0475$ , respectivamente, demonstram que os  $IPA_G$  e  $IPA_v$  variaram significativamente em função do tempo e dos tratamentos, enquanto que, o  $IPA_{DAP}$  variou significativamente somente em função do tempo.

TABELA 28 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - $IPA_{DAP}$ (cm.ano <sup>-1</sup> )            |     |                            |            |        |         |                  |         |
|---|-----|----------------------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela   |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 0,05914710                 | 0,02957355 | 0,35   | 0,7116  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 0,82199959                 | 0,07472724 | 0,87   | 0,5773  |                  |         |
| Erro  | 22  | 1,88261597                 | 0,08557345 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 22,57102681                | 4,51420536 | 65,23  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 0,32873356                 | 0,03287336 | 0,48   | 0,9030  | 0,8068           | 0,9013  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 4,57448494                 | 0,08317245 | 1,20   | 0,2066  | 0,2689           | 0,2080  |
| Erro (tempo)  | 110 | 7,61257428                 | 0,06920522 |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,5405 |         |                  |         |
|   |     | Huynh – Feldt Epsilon      |            | 0,9876 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - $IPA_G$ (m <sup>2</sup> .ano <sup>-1</sup> ) |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 0,12791222                 | 0,06395611 | 0,46   | 0,6394  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 2,98816294                 | 0,27165118 | 1,94   | 0,0898  |                  |         |
| Erro  | 22  | 3,08312515                 | 0,14014205 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 124,0400999                | 24,8080200 | 101,92 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 4,2622668                  | 0,4262267  | 1,75   | 0,0783  | 0,1699           | 0,1288  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 27,9093752                 | 0,5074432  | 2,08   | 0,0006  | 0,0296           | 0,0071  |
| Erro (tempo)  | 110 | 26,7750965                 | 0,2434100  |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,3285 |         |                  |         |
|   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 0,5612 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - $IPA_V$ (m <sup>3</sup> .ano <sup>-1</sup> )     |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 17,0481200                 | 8,5240600  | 0,32   | 0,7326  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 539,9763573                | 49,0887598 | 1,82   | 0,1123  |                  |         |
| Erro  | 22  | 594,2821117                | 27,0128233 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 22649,46718                | 4529,89344 | 101,54 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 660,29199                  | 66,02920   | 1,48   | 0,1563  | 0,2380           | 0,2104  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 4841,25989                 | 88,02291   | 1,97   | 0,0013  | 0,0475           | 0,0156  |
| Erro (tempo)  | 110 | 4907,25867                 | 44,61144   |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,2994 |         |                  |         |
|   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 0,5063 |         |                  |         |

A anova de cada contraste para o fator tempo mostrou que existe mudança significativa no período 88/86-86/84 para o  $IPA_G$  ( $p = 0,0216$ ) e  $IPA_V$  ( $p = 0,0353$ ).

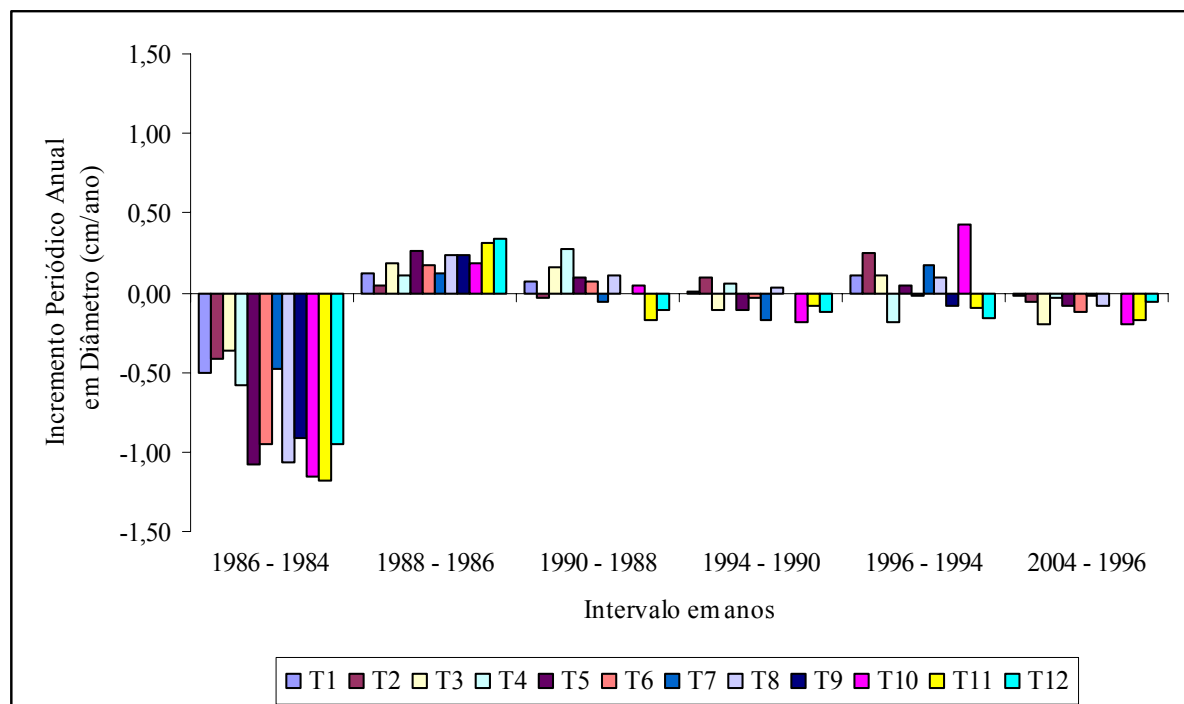
Os valores de incremento periódico anual em diâmetro (cm.ano<sup>-1</sup>) para cada tratamento, nos seis períodos de medição, são mostrados na Figura 19.

Na Figura 19, no primeiro período (1984 – 1986, antes da exploração e 1 ano

depois) vê-se claramente o efeito da abertura do dossel em consequência da colheita de madeira, todos os tratamentos apresentaram redução nas taxas de crescimento.

No período 1988-1986, observou-se efeito positivo da abertura do dossel, promovida pela colheita de madeira, na liberação da competição nas árvores remanescentes. Entretanto, este efeito começa a diminuir a partir do período 1990-1998, cinco anos após a exploração, quando todos os tratamentos apresentaram redução nas taxas de crescimento, exceto o T4, onde a intensidade de exploração foi leve. A intensidade de redução da área basal aplicada nos tratamentos através do anelamento (1996-1994) não foi suficiente para promover o aumento das taxas de crescimento, que continuaram diminuindo, mesmo onde nenhuma intervenção pós-exploração foi realizada. O efeito positivo do desbaste, nos tratamentos T1, T2, T3, T5, T7, T8 e T10 permaneceu somente no período (1996-1994).

FIGURA 19 - EFEITO DAS INTERVENÇÕES NO INCREMENTO PERÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO DAS ÁRVORES REMANESCENTES, EM CADA TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI



Os incrementos anuais em área basal e volume, considerando o período total de acompanhamento, diferiram significativamente entre os tratamentos analisados, para os períodos 1984-1986 (após a exploração) e 1996-1994 (após a aplicação dos tratamentos silviculturais), respectivamente (Tabela 29).

A floresta explorada levemente, T1, T2, T3 e T4, apresentou médias iguais estatisticamente e superior aos demais tratamentos, a exceção para o tratamento T7, para a área basal. Já em relação ao volume, as médias dos tratamentos T5, T1, T9, T12, T7 e T11 apresentaram médias estatisticamente iguais e superior aos demais tratamentos. Todavia os tratamentos T1, T5 e T7 não sofreram intervenções pós-colheita.

TABELA 29 - INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL ( $\text{m}^2.\text{ano}^{-1}$ ) E VOLUME ( $\text{m}^3.\text{ano}^{-1}$ ), POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO, NA FLORESTA DA JARI. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT

| ÁREA BASAL |            |           |           |          |            |           |
|------------|------------|-----------|-----------|----------|------------|-----------|
| TRAT       | 1986       | 1988      | 1990      | 1994     | 1996       | 2004      |
| 3          | -0,7293 a  | 0,0206 a  | 0,0149 a  | 0,2175 a | -0,8517 a  | -0,1199 a |
| 2          | -0,7898 a  | -0,1126 a | -0,0983 a | 0,1708 a | -0,9838 a  | 0,0669 a  |
| 1          | -1,2862 a  | -0,1090 a | -0,4084 a | 0,2708 a | 0,1815 a   | 0,1841 a  |
| 4          | -1,4788 a  | 0,0341 a  | 0,1714 a  | 0,0855 a | -0,4862 a  | 0,1469 a  |
| 7          | -1,5681 a  | -0,0792 a | -0,0779 a | 0,1277 a | -0,2535 a  | -0,0957 a |
| 11         | -2,2438 b  | 0,0645 a  | -0,6112 a | 0,1195 a | -0,2147 a  | 0,2095 a  |
| 6          | -2,2772 b  | 0,1281 a  | -0,0639 a | 0,1746 a | -0,4470 a  | 0,1704 a  |
| 5          | -2,2934 b  | -0,0313 a | -0,1433 a | 0,3087 a | 0,2116 a   | 0,1919 a  |
| 9          | -2,4664 b  | -0,0302 a | 0,0250 a  | 0,3426 a | 0,1795 a   | 0,2025 a  |
| 8          | -2,7360 b  | 0,0747 a  | 0,1150 a  | 0,2858 a | -0,9092 a  | 0,0520 a  |
| 12         | -2,7443 b  | 0,1531 a  | 0,0373 a  | 0,2965 a | -0,1406 a  | 0,1920 a  |
| 10         | -3,3643 b  | 0,0443 a  | -0,0195 a | 0,2481 a | -0,6091 a  | 0,0074 a  |
| MÉDIA      | -1,9981    | 0,0131    | -0,0882   | 0,2207   | -0,3603    | 0,1007    |
| VOLUME     |            |           |           |          |            |           |
| TRAT       | 1986       | 1988      | 1990      | 1994     | 1996       | 2004      |
| 5          | -31,2663 a | 0,1086 a  | -1,6379 a | 3,6502 a | 2,6729 a   | 2,1338 a  |
| 1          | -16,9793 a | -1,1415 a | -5,0070 a | 3,2488 a | 2,4346 a   | 2,2092 a  |
| 9          | -34,2559 a | -0,0404 a | 0,3289 a  | 4,0333 a | 2,0259 a   | 2,4052 a  |
| 12         | -36,7419 a | 2,1777 a  | 0,3624 a  | 3,5946 a | -1,6528 a  | 2,0610 a  |
| 7          | -21,0042 a | -0,7520 a | -1,2716 a | 1,4585 a | -2,4323 a  | -1,2916 a |
| 11         | -29,9764 a | 1,2124 a  | -7,6730 a | 1,2694 a | -2,6535 a  | 2,0958 a  |
| 6          | -31,1124 a | 1,7102 a  | -0,7105 a | 2,1528 a | -5,0122 b  | 1,7465 a  |
| 4          | -19,9890 a | 0,2054 a  | 2,3244 a  | 1,1296 a | -5,8766 b  | 1,7003 a  |
| 10         | -46,5763 a | 0,7403 a  | -0,2841 a | 2,8048 a | -6,7785 b  | -0,3944 a |
| 3          | -10,2654 a | 0,5071 a  | 0,3176 a  | 2,3954 a | -10,2139 b | -1,8404 a |
| 8          | -36,3748 a | 1,2760 a  | 1,6204 a  | 3,4555 a | -10,8042 b | 0,4791 a  |
| 2          | -11,3234 a | -1,5741 a | -1,3948 a | 2,2567 a | -11,5468 b | 0,4524 a  |
| MÉDIA      | -27,1554   | 0,3691    | -1,0854   | 2,6208   | -4,1531    | 0,9797    |

As análises para verificar as variações do  $IPA_{DAP}$ ,  $IPA_G$  e  $IPA_v$  também foram conduzidas a partir do terceiro ano após a extração madeireira, apontado como o tempo suficiente para que o povoamento reaja aos efeitos da exploração.

O teste W foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para as três variáveis ( $IPA_{DAP} - W = 0,1009906$ ,  $\chi^2 = 47,510418$  e  $p < 0,0001$ ;  $IPA_G - W = 0,2472933$ ,  $\chi^2 = 28,95268$  e  $p < 0,0001$  e;  $IPA_v - W = 0,2930412$ ,  $\chi^2 = 25,435327$  e  $p = 0,0001$ ). A pressuposição de esfericidade não é atendida.

As variações do  $IPA_{DAP}$  não apresentaram resultados estatisticamente significativos em função do tempo e da interação tempo\*tratamento, Tabela 29.

Na mesma tabela observa-se que o  $IPA_G$  e o  $IPA_v$  variaram significativamente em função do tempo ( $p < 0,0001$ ) e da interação tempo\*tratamento,  $p = 0,0413$  e  $p = 0,0339$ , respectivamente.

O incremento anual líquido em área basal total, isto é, considerando tanto o recrutamento quanto a mortalidade, no período de 1988 a 2004 (três anos após a exploração até a última medição), apesar da interação tempo\*tratamento ser significativa, Tabela 30, os tratamentos não diferiram significativamente para os períodos de monitoramento a partir de 1990-1988, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% (Tabela 29).

As conclusões em relação ao incremento anual líquido em volume são as mesmas como descrito anteriormente para área basal e apresentadas na Tabela 29 a partir do período 1990-1988. Entretanto observou-se diferenças significativas entre os tratamentos no período 1996-1994, com os tratamentos que sofreram intervenções pós-colheita apresentando decrementos.

Os decrementos apresentados são o reflexo da mortalidade causada pela intensidade de redução da área basal aplicada nos tratamentos através do anelamento (1996-1994), mas no período subsequente (2004-1996) estas taxas aumentaram e não diferiram significativamente dos tratamentos (T1, T5 e T9) onde nenhuma intervenção pós-exploração foi realizada.

TABELA 30 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - IPA <sub>DAP</sub> |    |                            |             |        |         |                  |         |
|---|----|----------------------------|-------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela   |    |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,04466738                 | 0,02233369  | 0,42   | 0,6616  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 0,45620448                 | 0,04147313  | 0,78   | 0,6549  |                  |         |
| Erro  | 22 | 1,16704380                 | 0,05304745  |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 0,50698281                 | 0,16899427  | 2,52   | 0,0657  | 0,1106           | 0,0793  |
| Tempo*Bloco   | 6  | 0,14636548                 | 0,02439425  | 0,36   | 0,8995  | 0,7736           | 0,8679  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 1,50295871                 | 0,04554420  | 0,68   | 0,8881  | 0,7929           | 0,8622  |
| Erro (tempo)  | 66 | 4,43096339                 | 0,06713581  |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,4841 |         |                  |         |
|   |    | Huynh – Feldt Epsilon      |             | 0,8157 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - IPA <sub>G</sub> |    |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela   |    |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,13874545                 | 0,06937272  | 0,59   | 0,5651  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 2,15240535                 | 0,19567321  | 1,65   | 0,1522  |                  |         |
| Erro  | 22 | 2,60515632                 | 0,11841620  |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 6,92524685                 | 2,30841562  | 23,28  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 6  | 1,08805822                 | 0,18134304  | 1,83   | 0,1068  | 0,1452           | 0,1068  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 6,16333233                 | 0,18676765  | 1,88   | 0,0146  | 0,0413           | 0,0146  |
| Erro (tempo)  | 66 | 6,54332826                 | 0,09914134  |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,6251 |         |                  |         |
|   |    | Huynh – Feldt Epsilon      |             | 1,0851 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - IPA <sub>V</sub>     |    |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela   |    |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 21,0836640                 | 10,5418320  | 0,68   | 0,5150  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 318,7366606                | 28,9760601  | 1,88   | 0,1000  |                  |         |
| Erro  | 22 | 339,0560761                | 15,4116398  |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 921,0359957                | 307,0119986 | 21,39  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 6  | 162,0699601                | 27,0116600  | 1,88   | 0,0970  | 0,1290           | 0,0970  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 898,4675979                | 27,2262908  | 1,90   | 0,0137  | 0,0339           | 0,0137  |
| Erro (tempo)  | 66 | 947,1453634                | 14,3506873  |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,6791 |         |                  |         |
|   |    | Huynh – Feldt Epsilon      |             | 1,1913 |         |                  |         |

Analisou-se também com base na ANOVA, com medidas repetidas no tempo, as variações na taxa de ingresso em porcentagem, taxa de mortalidade em porcentagem (m), tempo de meia vida ( $t_{0,5}$ ) e balanço líquido – Bl (diferença entre ingresso e mortalidade). As taxas de ingresso e mortalidade foram transformadas para  $\arcsen\sqrt{x/100}$  e o tempo de meia vida foi transformado para  $\ln(x)$  para melhorar a homocedasticidade. Os resultados são mostrados na Tabela 31.

TABELA 31 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA TAXA DE INGRESSO (%), TAXA DE MORTALIDADE (m), TEMPO DE MEIA VIDA ( $t_{0,5}$ ) E BALANÇO LÍQUIDO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| TAXA DE INGRESSO                 |     |             |            |        |         |                  |         |
|----------------------------------|-----|-------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela                          |     |             |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação                      | GL  | SQ          | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                            | 2   | 0,03719618  | 0,01859809 | 2,39   | 0,1153  |                  |         |
| Tratamento                       | 11  | 0,09757319  | 0,00887029 | 1,14   | 0,3803  |                  |         |
| Erro                             | 22  | 0,17141680  | 0,00779167 |        |         |                  |         |
| Subparcela                       |     |             |            |        |         |                  |         |
| Tempo                            | 5   | 2,81585360  | 0,56317072 | 206,00 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco                      | 10  | 0,08403256  | 0,00840326 | 3,07   | 0,0018  | 0,0068           | 0,0018  |
| Tempo*Tratamento                 | 55  | 0,19453673  | 0,00353703 | 1,29   | 0,1272  | 0,1694           | 0,1272  |
| Erro (tempo)                     | 110 | 0,30072287  | 0,00273384 |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon       |     |             |            | 0,6920 |         |                  |         |
| Huynh – Feldt Epsilon            |     |             |            | 1,3220 |         |                  |         |
| TAXA DE MORTALIDADE (m)          |     |             |            |        |         |                  |         |
| Parcela                          |     |             |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação                      | GL  | SQ          | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                            | 2   | 0,00083953  | 0,00041976 | 0,23   | 0,7945  |                  |         |
| Tratamento                       | 11  | 0,04274240  | 0,00388567 | 2,15   | 0,0607  |                  |         |
| Erro                             | 22  | 0,03972762  | 0,00180580 |        |         |                  |         |
| Subparcela                       |     |             |            |        |         |                  |         |
| Tempo                            | 5   | 0,26761379  | 0,05352276 | 26,55  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco                      | 10  | 0,05461191  | 0,00546119 | 2,71   | 0,0052  | 0,0401           | 0,0132  |
| Tempo*Tratamento                 | 55  | 0,22107916  | 0,00401962 | 1,99   | 0,0011  | 0,0237           | 0,0045  |
| Erro (tempo)                     | 110 | 0,22171033  | 0,00201555 |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon       |     |             |            | 0,4135 |         |                  |         |
| Huynh – Feldt Epsilon            |     |             |            | 0,7268 |         |                  |         |
| TEMPO DE MEIA VIDA ( $t_{0,5}$ ) |     |             |            |        |         |                  |         |
| Parcela                          |     |             |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação                      | GL  | SQ          | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                            | 2   | 4587,37439  | 2293,68720 | 2,20   | 0,1352  |                  |         |
| Tratamento                       | 11  | 11630,15675 | 1057,28698 | 1,02   | 0,4662  |                  |         |
| Erro                             | 21  | 21855,18312 | 1040,72301 |        |         |                  |         |
| Subparcela                       |     |             |            |        |         |                  |         |
| Tempo                            | 5   | 45185,8861  | 9037,1772  | 9,47   | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco                      | 10  | 18715,5287  | 1871,5529  | 1,96   | 0,0450  | 0,0958           | 0,0465  |
| Tempo*Tratamento                 | 55  | 66016,4075  | 1200,2983  | 1,26   | 0,1575  | 0,2289           | 0,1599  |
| Erro (tempo)                     | 105 | 100239,5932 | 954,6628   |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon       |     |             |            | 0,5257 |         |                  |         |
| Huynh – Feldt Epsilon            |     |             |            | 0,9797 |         |                  |         |
| BALANÇO LÍQUIDO                  |     |             |            |        |         |                  |         |
| Parcela                          |     |             |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação                      | GL  | SQ          | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco                            | 2   | 185,175926  | 92,587963  | 1,09   | 0,3546  |                  |         |
| Tratamento                       | 11  | 825,828704  | 75,075337  | 0,88   | 0,5705  |                  |         |
| Erro                             | 22  | 1873,824074 | 85,173822  |        |         |                  |         |
| Subparcela                       |     |             |            |        |         |                  |         |
| Tempo                            | 5   | 12809,63426 | 2561,92685 | 43,31  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco                      | 10  | 1246,93519  | 124,69352  | 2,11   | 0,0295  | 0,0743           | 0,0322  |
| Tempo*Tratamento                 | 55  | 4948,53241  | 89,97332   | 1,52   | 0,0320  | 0,0877           | 0,0351  |
| Erro (tempo)                     | 110 | 6506,73148  | 59,15210   |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon       |     |             |            | 0,5246 |         |                  |         |
| Huynh – Feldt Epsilon            |     |             |            | 0,9540 |         |                  |         |

O teste de esfericidade de Mauchly foi não significativo, ao nível de 1% de probabilidade, para taxa de ingresso ( $W = 0,3542597$ ,  $\chi^2 = 20,858275$  e  $p = 0,1053$ ) e significativo ao nível de 1% de probabilidade para as demais variáveis ( $t_{0,5} - W = 0,0729615$ ,  $\chi^2 = 50,000434$  e  $p < 0,0001$ ;  $m - W = 0,0479854$ ,  $\chi^2 = 61,040854$  e  $p < 0,0001$  e  $Bl - W = 0,1075468$ ,  $\chi^2 = 44,81957$  e  $p < 0,0001$ ). No caso da taxa de ingresso, não se rejeitou  $H_0$ , a pressuposição de esfericidade foi atendida. Com isto, as inferências com respeito à taxa de ingresso foram feitas baseadas no F não corrigido.

A taxa de ingresso, o tempo de meia vida e o balanço líquido variaram significativamente somente em função do tempo ( $p < 0,0001$ ). A taxa de mortalidade variou significativamente em função do tempo ( $p < 0,0001$ ) e da interação tempo\*tratamento ( $p = 0,0237$ ).

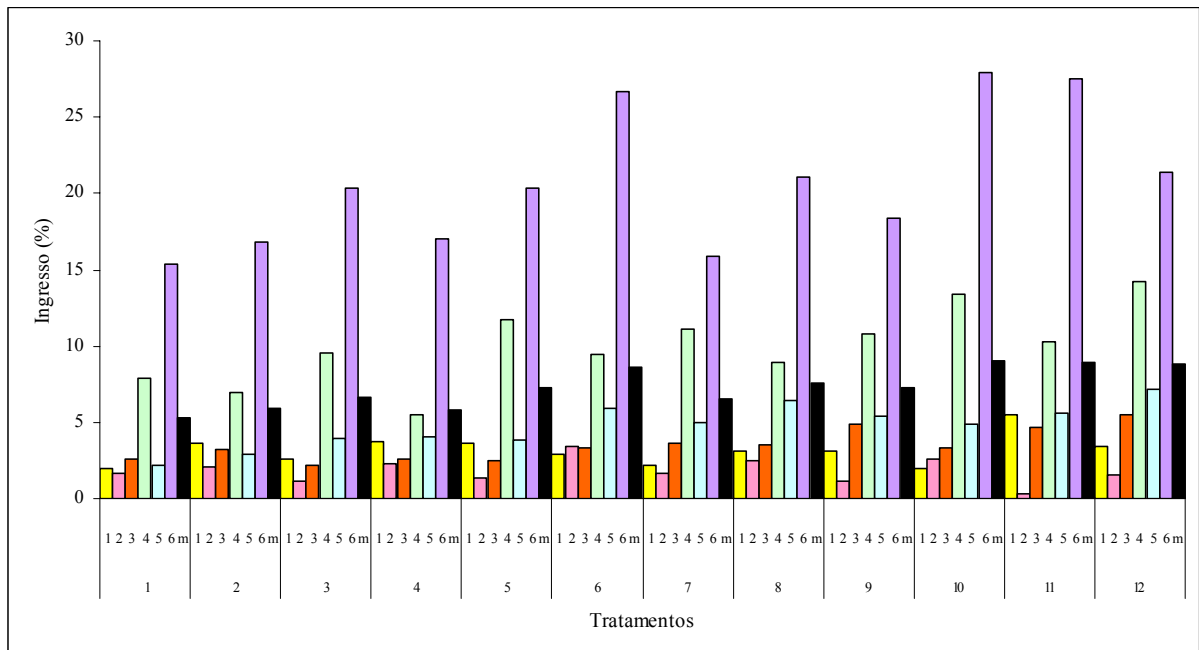
As maiores taxas de ingresso, para todos os tratamentos onde houve a colheita de madeira, foram observadas no período entre cinco e nove anos depois da exploração (1990-1994) e no período (1996-2004), entre dois e dez anos após a aplicação dos tratamentos silviculturais, neste último caso, parece em consequência do intervalo de tempo. Nos demais períodos o número de ingressos foi baixo. Em termos médios houve pouca variação entre os tratamentos (Figura 20).

Como esperado, diferenças significativas nas taxas de mortalidade foram observadas no período logo após a colheita de madeira, estando incluídas as árvores que morreram em consequência dos danos ocasionados pelas atividades de derrubada e arraste das toras, mas não as árvores extraídas (Tabela 32). Os tratamentos leves, T1, T2, e T3, exceto o T4, apresentaram as menores taxas de mortalidade com as médias dos tratamentos estatisticamente diferentes dos demais tratamentos, que não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si.

As maiores taxas de mortalidade foram observadas no período 1996-1994, logo após a aplicação dos tratamentos silviculturais, contudo, as diferenças entre as médias dos tratamentos, nesse período, não foram estatisticamente significativas (Tabela 32). Esse aumento ocorreu, devido à inclusão das árvores aneladas nos cálculos das taxas de mortalidade.



FIGURA 20 - INGRESSOS EM PORCENTAGEM, POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI,  $m = \text{MÉDIA}$



No último período de acompanhamento (2004-1996), o teste de Scott-Knott discriminou os tratamentos em dois grupos, com o grupo formado pelos tratamentos T7, T10, T3 e T8 com médias superiores aos demais tratamentos. Esses tratamentos estão entre os que obtiveram alta efetividade no anelamento (Tabela 15).

As taxas de mortalidade para o período de 1996-1994, sob tratamento silvicultural (refinamento/liberação) são mais altas que em outros períodos no mesmo tratamento. Desconsiderando o caso citado, todas as taxas anuais de mortalidade observadas estão variando de 1,0 a aproximadamente 5,0%, considerado por ALDER (1995) como um valor normal, esperado para as florestas tropicais com e sem interferências.

A possível significância da taxa de mortalidade pode ser explicada através do tempo de meia vida que, variou em média, de 31,81 anos no tratamento T7, para 64,37 anos no tratamento T1. Entretanto ocorreram picos que variaram de 117 anos no T1, no quinto intervalo de monitoramento, para somente 9,12 anos no T8, para o mesmo intervalo de monitoramento (Figura 21).

TABELA 32 – EFEITO DAS INTERVENÇÕES NA MORTALIDADE DE ÁRVORES, EM CADA TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO. TAXA DE MORTALIDADE MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT, NA FLORESTA DA JARI

| TRATAMENTO | MORTALIDADE (%) |        |        |        |        |        |
|------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            | 1986            | 1988   | 1990   | 1994   | 1996   | 2004   |
| 7          | 3,04 a          | 2,33 a | 1,64 a | 1,48 a | 4,94 a | 2,47 a |
| 10         | 4,96 a          | 1,89 a | 1,68 a | 1,14 a | 7,07 a | 2,16 a |
| 3          | 1,10 b          | 1,60 a | 1,78 a | 0,93 a | 6,10 a | 2,07 a |
| 8          | 5,75 a          | 2,06 a | 1,65 a | 0,94 a | 8,67 a | 2,04 a |
| 6          | 3,80 a          | 1,76 a | 2,42 a | 1,26 a | 6,04 a | 1,49 b |
| 9          | 3,98 a          | 2,06 a | 2,14 a | 0,87 a | 1,44 a | 1,32 b |
| 12         | 5,89 a          | 1,71 a | 1,85 a | 1,68 a | 3,44 a | 1,16 b |
| 4          | 3,84 a          | 1,25 a | 1,79 a | 1,24 a | 3,97 a | 1,13 b |
| 2          | 1,24 b          | 1,42 a | 1,86 a | 1,52 a | 7,48 a | 1,12 b |
| 5          | 4,16 a          | 2,27 a | 2,15 a | 1,00 a | 1,31 a | 1,06 b |
| 1          | 2,47 b          | 1,88 a | 3,14 a | 0,88 a | 0,82 a | 0,98 b |
| 11         | 4,32 a          | 1,57 a | 4,02 a | 1,41 a | 3,61 a | 0,96 b |
| MÉDIA      | 3,71            | 1,82   | 2,18   | 1,20   | 4,57   | 1,50   |

Diferenças no número absoluto de ingresso e mortalidade ocorreram para os períodos avaliados (Figura 22).

Estes resultados mostram que na maioria dos tratamentos houve perda na densidade de árvores nos períodos. Os tratamentos T1, T2, T3, T5, T8, e T12 (em três dos seis períodos), tratamentos T4, T6, T7, T10 e T11 (quatro dos seis períodos) e tratamento T9 (dois dos seis períodos).

De modo geral, para o período total de monitoramento, a mortalidade não foi compensada pelo ingresso nos tratamentos T2, T7 e T8, mudança líquida total de -5,67 árvores.ha<sup>-1</sup>, -10,00 árvores.ha<sup>-1</sup> e -8,33 árvores.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Os demais tratamentos resultaram em mudança líquida total positiva que variou de 0,67 árvores.ha<sup>-1</sup> no tratamento T10 a 22,33 árvores.ha<sup>-1</sup> no tratamento T11. O tratamento T3 resultou em mudança líquida total nula.

FIGURA 21 – TEMPO DE MEIA VIDA EM ANOS, POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI,  $m$  = MÉDIA

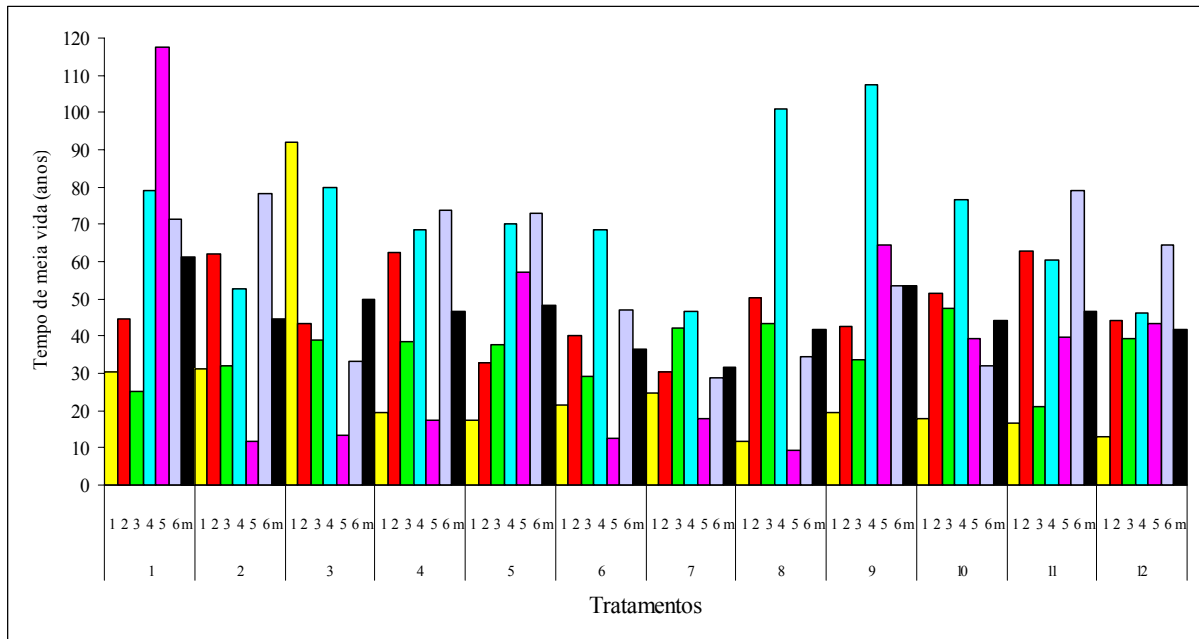
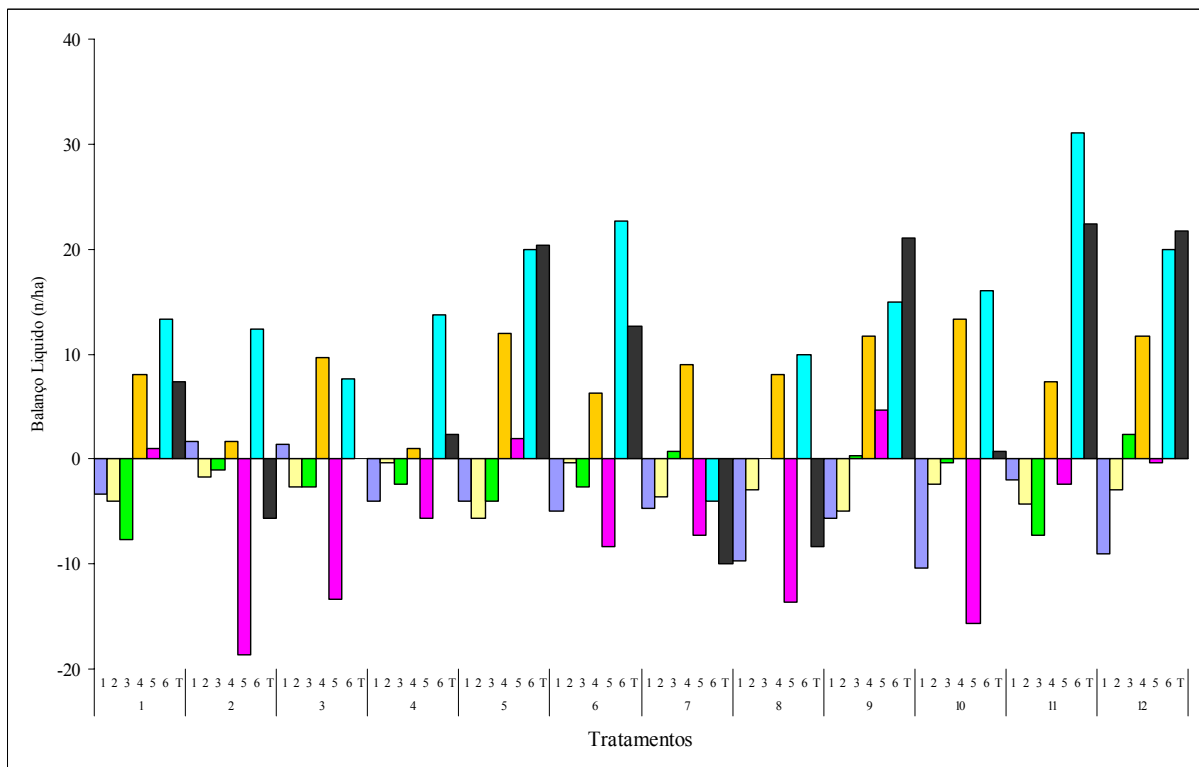


FIGURA 22 – BALANÇO LÍQUIDO ( $n \cdot ha^{-1}$ ) POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI,  $T$  = TOTAL



#### 4.1.3.2 Povoamento total bruto - Sem incluir ingresso e mortalidade

A análise do crescimento bruto, isto é, desconsiderando tanto o recrutamento quanto a mortalidade, para as variáveis área basal, volume, diâmetro médio e respectivos incrementos periódicos anuais, para o período total de estudo e a partir do terceiro ano da extração madeireira, foi realizado devido a forte influência que, principalmente, a mortalidade tem sobre a produtividade.

Ao morrer uma árvore de grande porte, a substituição da biomassa perdida é lenta, havendo inclusive decrementos em muitos casos.

Em todas as variáveis, área basal ( $W = 7,5013 \cdot 10^{-7}$ ,  $\chi^2 = 278,92642$  e  $p < 0,0001$ ), o volume ( $W = 1,9333 \cdot 10^{-6}$ ,  $\chi^2 = 260,20191$  e  $p < 0,0001$ ) e o diâmetro médio ( $W = 0,0000137$ ,  $\chi^2 = 221,45317$  e  $p < 0,0001$ ) houve a violação das pressuposições de esfericidade.

A área basal, o volume e o diâmetro médio das árvores presentes nas parcelas de monitoramento desde a primeira medição e que se mantiveram vivas até 2004, variaram significativamente com o passar do tempo ( $p < 0,0001$ ) e em função da aplicação dos tratamentos (Tabela 33). Pode-se afirmar que, estatisticamente, os tratamentos aplicados exerceram influência significativa no comportamento das variáveis analisadas, com o passar do tempo.

Observa-se na Tabela 34, que o teste de Scott-Knott em relação à área basal, estratificou os tratamentos em dois grupos que se mantiveram durante todo o período de monitoramento.

Já para o volume o teste de Scott-Knott, a princípio classificou os tratamentos em um único grupo. A partir de 1988 houve a discriminação em dois grupos que se mantiveram até a última avaliação, com os tratamentos T4 e T2 mudando de grupo com a aplicação dos tratamentos silviculturais.

O diâmetro médio foi classificado em um único grupo, pelo teste de Scott-Knott, considerando todo período avaliado.

Pode-se observar que a exploração madeireira aliada ao tratamento

silvicultural teve efeito positivo sobre o crescimento em área basal. No entanto, os tratamentos submetidos à exploração de baixa intensidade (T1, T2, T3 e T4) e os tratamentos que não receberam anelamento após a colheita (T1, T5 e T9), apresentaram as maiores médias, resultado este diferente do esperado (Tabela 34).

TABELA 33 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA ÁREA BASAL, VOLUME E DIÂMETRO MÉDIO CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| ÁREA BASAL       |     |                            |             |         |         |                  |         |
|------------------|-----|----------------------------|-------------|---------|---------|------------------|---------|
| Parcela          |     |                            |             |         |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação      | GL  | SQ                         | QM          | F       | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco            | 2   | 131,4203136                | 65,7101568  | 2,51    | 0,1041  |                  |         |
| Tratamento       | 11  | 825,5812944                | 75,0528449  | 2,87    | 0,0170  |                  |         |
| Erro             | 22  | 575,5392039                | 26,1608729  |         |         |                  |         |
| Subparcela       |     |                            |             |         |         |                  |         |
| Tempo            | 6   | 434,5098814                | 72,4183136  | 2259,26 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco      | 12  | 0,4026152                  | 0,0335513   | 1,05    | 0,4106  | 0,3806           | 0,3972  |
| Tempo*Tratamento | 66  | 5,1135994                  | 0,0774788   | 2,42    | <0,0001 | 0,0202           | 0,0042  |
| Erro (tempo)     | 132 | 4,2311326                  | 0,0320540   |         |         |                  |         |
|                  |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             |         | 0,2232  |                  |         |
|                  |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             |         | 0,3728  |                  |         |
| VOLUME           |     |                            |             |         |         |                  |         |
| Parcela          |     |                            |             |         |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação      | GL  | SQ                         | QM          | F       | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco            | 2   | 26553,8030                 | 13276,9015  | 3,24    | 0,0584  |                  |         |
| Tratamento       | 11  | 134676,7803                | 12243,3437  | 2,99    | 0,0138  |                  |         |
| Erro             | 22  | 90102,1579                 | 4095,5526   |         |         |                  |         |
| Subparcela       |     |                            |             |         |         |                  |         |
| Tempo            | 6   | 77883,20162                | 12980,53360 | 2158,22 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco      | 12  | 95,78541                   | 7,98212     | 1,33    | 0,2105  | 0,2835           | 0,2695  |
| Tempo*Tratamento | 66  | 969,23817                  | 14,68543    | 2,44    | <0,0001 | 0,0175           | 0,0033  |
| Erro (tempo)     | 132 | 793,90838                  | 6,01446     |         |         |                  |         |
|                  |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             |         | 0,2309  |                  |         |
|                  |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             |         | 0,3870  |                  |         |
| DIÂMETRO MÉDIO   |     |                            |             |         |         |                  |         |
| Parcela          |     |                            |             |         |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação      | GL  | SQ                         | QM          | F       | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco            | 2   | 50,3547943                 | 25,1773972  | 1,90    | 0,1734  |                  |         |
| Tratamento       | 11  | 166,7941393                | 15,1631036  | 1,14    | 0,3768  |                  |         |
| Erro             | 22  | 291,5811702                | 13,2536896  |         |         |                  |         |
| Subparcela       |     |                            |             |         |         |                  |         |
| Tempo            | 6   | 880,6995447                | 146,7832574 | 3776,20 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco      | 12  | 1,1009655                  | 0,0917471   | 2,36    | 0,0088  | 0,0895           | 0,0510  |
| Tempo*Tratamento | 66  | 5,4855308                  | 0,0831141   | 2,14    | 0,0001  | 0,0311           | 0,0080  |
| Erro (tempo)     | 132 | 5,1309167                  | 0,0388706   |         |         |                  |         |
|                  |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             |         | 0,2495  |                  |         |
|                  |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             |         | 0,4217  |                  |         |

TABELA 34 – ÁREA BASAL, VOLUME E DIÂMETRO MÉDIO POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO, PARA O POVOAMENTO TOTAL BRUTO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, EM CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT

| ÁREA BASAL     |           |           |           |            |            |            |            |
|----------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Trat           | 1984      | 1986      | 1988      | 1990       | 1994       | 1996       | 2004       |
| 1              | 16,8751 a | 17,1956 a | 17,7246 a | 18,2583 a  | 19,2546 a  | 19,6497 a  | 21,3103 a  |
| 3              | 14,7754 a | 15,0798 a | 15,4710 a | 15,9775 a  | 16,8727 a  | 17,2814 a  | 19,1704 a  |
| 5              | 14,4523 a | 14,7748 a | 15,2829 a | 15,8513 a  | 16,7469 a  | 17,1929 a  | 18,8695 a  |
| 9              | 14,2034 a | 14,5634 a | 15,0864 a | 15,6710 a  | 16,7211 a  | 17,2288 a  | 19,0010 a  |
| 4              | 13,8274 a | 14,1291 a | 14,5575 a | 15,0119 a  | 15,7220 a  | 16,0873 a  | 17,4258 a  |
| 2              | 13,6839 a | 13,9938 a | 14,4233 a | 14,8893 a  | 15,7412 a  | 16,1670 a  | 17,8035 a  |
| 8              | 12,5679 b | 12,7809 b | 13,1431 b | 13,5468 b  | 14,2122 b  | 14,5711 b  | 16,0716 b  |
| 7              | 12,4241 b | 12,7054 b | 13,1098 b | 13,5935 b  | 14,3439 b  | 14,7461 b  | 16,3432 b  |
| 12             | 12,2051 b | 12,5153 b | 12,9927 b | 13,5057 b  | 14,4547 b  | 14,8782 b  | 16,5261 b  |
| 6              | 11,5563 b | 11,8615 b | 12,3104 b | 12,7353 b  | 13,4963 b  | 13,8756 b  | 15,3051 b  |
| 11             | 11,1857 b | 11,4390 b | 11,8750 b | 12,3729 b  | 13,1962 b  | 13,6050 b  | 14,9697 b  |
| 10             | 10,6290 b | 10,8596 b | 11,2692 b | 11,6695 b  | 12,3624 b  | 12,7383 b  | 14,1041 b  |
| M              | 13,1988   | 13,4915   | 13,9372   | 14,4236    | 15,2604    | 15,6685    | 17,2417    |
| VOLUME         |           |           |           |            |            |            |            |
| Trat           | 1984      | 1986      | 1988      | 1990       | 1994       | 1996       | 2004       |
| 1              | 203,305 a | 207,583 a | 214,624 a | 221,7531 a | 234,8609 a | 240,3058 a | 262,8478 a |
| 3              | 180,855 a | 184,781 a | 189,781 a | 196,4626 a | 208,2697 a | 213,6840 a | 239,8093 a |
| 5              | 172,086 a | 176,338 a | 182,977 a | 190,5100 a | 202,5061 a | 208,5582 a | 231,7750 a |
| 9              | 167,395 a | 172,054 a | 178,933 a | 186,7571 a | 200,7050 a | 207,7259 a | 231,9424 a |
| 4              | 161,737 a | 165,697 a | 171,171 a | 176,9078 a | 186,4500 b | 191,2333 b | 209,0759 b |
| 2              | 161,040 a | 165,158 a | 170,528 a | 176,5004 a | 188,0533 b | 193,9017 b | 216,0670 b |
| 8              | 152,794 a | 155,558 a | 160,295 b | 165,6773 b | 174,5380 b | 179,2914 b | 200,0438 b |
| 7              | 147,160 a | 150,862 a | 156,083 b | 162,4165 b | 172,5283 b | 177,9903 b | 199,4888 b |
| 12             | 144,141 a | 148,204 a | 154,286 b | 161,0508 b | 173,8275 b | 179,6150 b | 202,0677 b |
| 6              | 136,163 a | 140,087 a | 146,081 b | 151,6128 b | 161,7001 b | 166,7545 b | 186,3057 b |
| 11             | 129,219 a | 132,432 a | 138,134 b | 144,7337 b | 155,8338 b | 161,1461 b | 179,6201 b |
| 10             | 124,501 a | 127,494 a | 132,815 b | 138,3058 b | 147,5980 b | 152,5459 b | 171,2123 b |
| M              | 156,7001  | 160,5210  | 166,3093  | 172,7240   | 183,9059   | 189,3960   | 210,8546   |
| DIÂMETRO MÉDIO |           |           |           |            |            |            |            |
| Trat           | 1984      | 1986      | 1988      | 1990       | 1994       | 1996       | 2004       |
| 1              | 35,77 a   | 36,18 a   | 36,80 a   | 37,46 a    | 38,63 a    | 39,07 a    | 40,87 a    |
| 2              | 34,68 a   | 35,13 a   | 35,79 a   | 36,48 a    | 37,64 a    | 38,19 a    | 40,28 a    |
| 3              | 36,83 a   | 37,32 a   | 37,94 a   | 38,68 a    | 40,00 a    | 40,58 a    | 43,09 a    |
| 4              | 34,27 a   | 34,70 a   | 35,28 a   | 35,92 a    | 36,90 a    | 37,37 a    | 39,13 a    |
| 5              | 35,93 a   | 36,38 a   | 37,09 a   | 37,84 a    | 39,02 a    | 39,54 a    | 41,49 a    |
| 6              | 35,18 a   | 35,68 a   | 36,44 a   | 37,15 a    | 38,34 a    | 38,91 a    | 40,95 a    |
| 7              | 35,86 a   | 36,32 a   | 37,02 a   | 37,79 a    | 38,96 a    | 39,54 a    | 41,78 a    |
| 8              | 36,68 a   | 37,07 a   | 37,71 a   | 38,38 a    | 39,47 a    | 40,02 a    | 42,21 a    |
| 9              | 34,97 a   | 35,50 a   | 36,27 a   | 37,06 a    | 38,42 a    | 39,05 a    | 41,17 a    |
| 10             | 34,86 a   | 35,32 a   | 36,06 a   | 36,79 a    | 37,97 a    | 38,59 a    | 40,77 a    |
| 11             | 34,43 a   | 34,87 a   | 35,62 a   | 36,43 a    | 37,73 a    | 38,35 a    | 40,33 a    |
| 12             | 35,42 a   | 35,95 a   | 36,69 a   | 37,48 a    | 38,85 a    | 39,45 a    | 41,74 a    |
| M              | 35,41     | 35,87     | 36,56     | 37,29      | 38,50      | 39,06      | 41,15      |

O teste de esfericidade W para as variáveis  $IPA_{DAP}$  ( $W = 0,3791917$ ,  $\chi^2 = 19,491239$  e  $p = 0,1470$ ),  $IPA_G$  ( $W = 0,3619839$ ,  $\chi^2 = 20,424726$  e  $p = 0,1173$ ) e  $IPA_v$  ( $W = 0,4808883$ ,  $\chi^2 = 14,715619$  e  $p = 0,3979$ ) indica que a hipótese de nulidade não

pode ser rejeitada, isto é, a pressuposição de esfericidade é atendida.

As inferências, com base nos resultados apresentados na Tabela 35, foram baseadas no valor do F não corrigido, uma vez que, a pressuposição de esfericidade não é requerida. Dessa maneira, as variações do IPA em DAP, G e V são significativas estatisticamente, apenas em função do tempo, com  $p < 0,0001$  em todos os casos.

TABELA 35 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - IPA <sub>DAP</sub> |     |                            |            |        |         |                  |         |
|---|-----|----------------------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela   |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 0,03384172                 | 0,01692086 | 3,85   | 0,0367  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 0,10594132                 | 0,00963103 | 2,19   | 0,0563  |                  |         |
| Erro  | 22  | 0,09660125                 | 0,00439097 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 0,14370408                 | 0,02874082 | 27,32  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 0,03076919                 | 0,00307692 | 2,92   | 0,0028  | 0,0089           | 0,0028  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 0,04942811                 | 0,00089869 | 0,85   | 0,7392  | 0,7013           | 0,7392  |
| Erro (tempo)  | 110 | 0,11573852                 | 0,00105217 |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,7052 |         |                  |         |
|   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,3526 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - IPA <sub>G</sub> |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 0,00686115                 | 0,00343057 | 1,19   | 0,3236  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 0,09938910                 | 0,00903537 | 3,13   | 0,0109  |                  |         |
| Erro  | 22  | 0,06352176                 | 0,00288735 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 0,03507728                 | 0,00701546 | 12,01  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 0,01679263                 | 0,00167926 | 2,87   | 0,0032  | 0,0102           | 0,0032  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 0,03120626                 | 0,00056739 | 0,97   | 0,5390  | 0,5288           | 0,5390  |
| Erro (tempo)  | 110 | 0,06425385                 | 0,00058413 |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,6983 |         |                  |         |
|   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,3366 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - IPA <sub>V</sub>     |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 1,79477625                 | 0,89738813 | 1,80   | 0,1886  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 18,86036730                | 1,71457885 | 3,44   | 0,0066  |                  |         |
| Erro  | 22  | 10,95962947                | 0,49816498 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 6,13311581                 | 1,22662316 | 9,85   | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 3,08344554                 | 0,30834455 | 2,48   | 0,0103  | 0,0206           | 0,0103  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 6,22357664                 | 0,11315594 | 0,91   | 0,6483  | 0,6266           | 0,6483  |
| Erro (tempo)  | 110 | 13,69874307                | 0,12453403 |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,7540 |         |                  |         |
|   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,4671 |         |                  |         |

As variáveis  $IPA_{DAP}$  ( $W = 0,7747408$ ,  $\chi^2 = 5,2888666$  e  $p = 0,3817$ ),  $IPA_G$  ( $W = 0,7210249$ ,  $\chi^2 = 6,777859$  e  $p = 0,2377$ ) e  $IPA_v$  ( $W = 0,845236$ ,  $\chi^2 = 3,4842229$  e  $p = 0,6258$ ), três anos após a exploração apresentaram estatística  $W$  não significativa ao nível de 1% de probabilidade. Os resultados apresentados na Tabela 36, seguiram a mesma tendência do povoamento para o período total de estudo, notando-se que  $IPA_{DAP}$ ,  $IPA_G$  e  $IPA_v$  variaram significativamente somente em função do tempo.

TABELA 36 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - IPA <sub>DAP</sub> |    |                            |            |        |         |                  |         |
|---|----|----------------------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,02682198                 | 0,01341099 | 4,29   | 0,0266  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 0,07460057                 | 0,00678187 | 2,17   | 0,0585  |                  |         |
| Erro  | 22 | 0,06869887                 | 0,00312268 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 0,10043179                 | 0,03347726 | 37,63  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 6  | 0,01410499                 | 0,00235083 | 2,64   | 0,0234  | 0,0304           | 0,0234  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 0,02679742                 | 0,00081204 | 0,91   | 0,6049  | 0,5960           | 0,6049  |
| Erro (tempo)  | 66 | 0,05871862                 | 0,00088968 |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,8692 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,5792 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - IPA <sub>G</sub> |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,00873141                 | 0,00436570 | 2,04   | 0,1543  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 0,06953102                 | 0,00632100 | 2,95   | 0,0148  |                  |         |
| Erro  | 22 | 0,04715685                 | 0,00214349 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 0,01620648                 | 0,00540216 | 11,46  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 6  | 0,00647584                 | 0,00107931 | 2,29   | 0,0456  | 0,0575           | 0,0456  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 0,01654877                 | 0,00050148 | 1,06   | 0,4063  | 0,4116           | 0,4063  |
| Erro (tempo)  | 66 | 0,03112337                 | 0,00047157 |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,8429 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,5241 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - IPA <sub>V</sub>     |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 2,21515386                 | 1,10757693 | 2,95   | 0,0733  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 13,67427141                | 1,24311558 | 3,31   | 0,0081  |                  |         |
| Erro  | 22 | 8,25847529                 | 0,37538524 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 1,91959104                 | 0,63986368 | 5,87   | 0,0013  | 0,0020           | 0,0013  |
| Tempo*Bloco   | 6  | 1,22933926                 | 0,20488988 | 1,88   | 0,0972  | 0,1058           | 0,0972  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 2,99629258                 | 0,09079674 | 0,83   | 0,7124  | 0,7016           | 0,7124  |
| Erro (tempo)  | 66 | 7,18896306                 | 0,10892368 |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,9031 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,6507 |         |                  |         |



#### 4.1.3.3 Povoamento comercial líquido - Incluindo ingresso e mortalidade

Uma vez que o nível crítico associado ao teste de esfericidade de Mauchly (W) é menor que 0,01, pode-se rejeitar a hipótese de esfericidade, para as variáveis área basal ( $W = 0,0000663$ ,  $\chi^2 = 190,27729$  e  $p < 0,0001$ ), volume ( $W = 0,0000334$ ,  $\chi^2 = 203,84539$  e  $p < 0,0001$ ), número de árvores ( $W = 0,0070874$ ,  $\chi^2 = 97,88897$  e  $p < 0,0001$ ) e diâmetro médio ( $W = 0,0119093$ ,  $\chi^2 = 87,624185$  e  $p < 0,0001$ ).

Dos resultados obtidos na Tabela 37, pode-se inferir que as variáveis em estudo, apresentaram diferenças altamente significativas ( $p < 0,0001$ ) em função do tempo. A área basal ( $p = 0,1068$ ), o volume ( $p = 0,1407$ ), o número de árvores ( $p = 0,1159$ ) e o diâmetro médio ( $p = 0,1715$ ) não apresentaram variações estatisticamente significativas para o fator interação tempo\*tratamento.

Após a exploração a floresta começa a repor a biomassa extraída (Figura 23). Entre os anos de 1984 e 1986 houve redução da área basal em todos os tratamentos. Essa redução foi maior no T10 (48,71%), seguida pelo T12, T6 T9, T11 T5, T8 T4, T7, T1, T2 e T3, com reduções de 42,41%, 41,73%, 39,14%, 36,11%, 35,99%, 34,18%, 29,77%, 22,64%, 19,01%, 13,69% e 12,94%, respectivamente. A principal causa dessa diminuição foi a exploração de madeira, realizada em 1985.

Nos levantamentos seguintes, realizados após a exploração, a área basal comercial cresceu progressivamente em todos os tratamentos. No entanto este aumento foi em função do tempo e não resultado da abertura do dossel devido à exploração. O paralelismo das curvas corrobora esta afirmação (Tabela 37 e Figura 23).

Imediatamente após a exploração, os tratamentos submetidos à extração madeireira de intensidade leve, média e pesada causaram redução na área basal comercial de 18,85%, 33,64% e 41,59%, respectivamente.

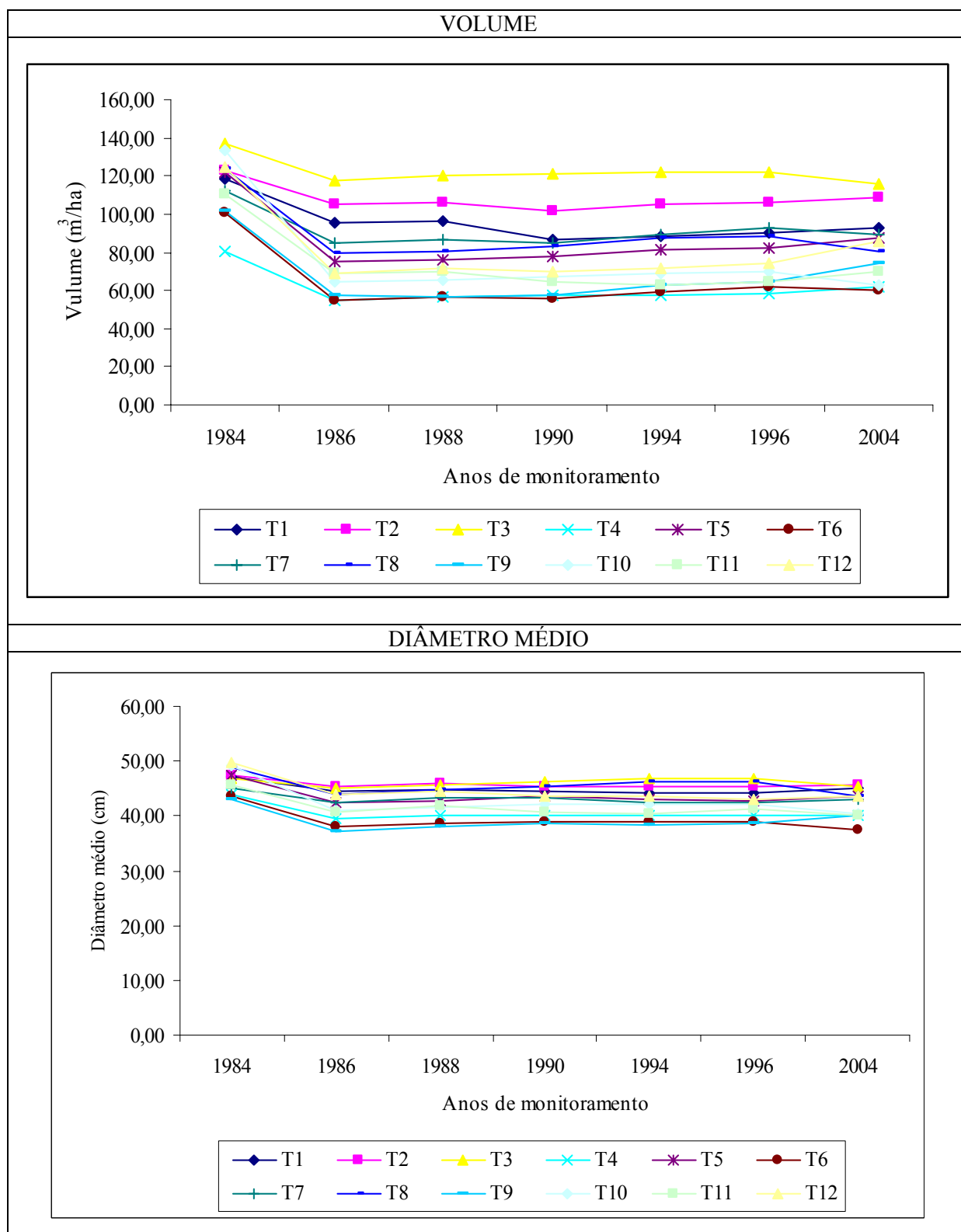
Analisando todo o período de acompanhamento, observa-se que a recuperação da área basal comercial, entre os tratamentos onde houve intervenção leve, média e pesada, foi 83,26%, 71,22% e 66,11% do valor obtido no levantamento antes da extração de madeira, para cada nível, respectivamente.

TABELA 37 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA ÁREA BASAL, VOLUME E DIÂMETRO MÉDIO PARA O POVOAMENTO COMERCIAL CONSIDERANDO O CRESCIMENTO LÍQUIDO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| ÁREA BASAL        |     |                            |             |        |         |                  |         |
|-------------------|-----|----------------------------|-------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela           |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação       | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco             | 2   | 502,2092822                | 251,1046411 | 12,56  | 0,0002  |                  |         |
| Tratamento        | 11  | 398,7116886                | 36,2465171  | 1,81   | 0,1132  |                  |         |
| Erro              | 22  | 439,8622420                | 19,9937383  |        |         |                  |         |
| Subparcela        |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo             | 6   | 217,5502744                | 36,2583791  | 91,63  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco       | 12  | 4,6724541                  | 0,3893712   | 0,98   | 0,4675  | 0,4153           | 0,4393  |
| Tempo*Tratamento  | 66  | 42,5983807                 | 0,6454300   | 1,63   | 0,0090  | 0,1068           | 0,0543  |
| Erro (tempo)      | 132 | 52,2341729                 | 0,3957134   |        |         |                  |         |
|                   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,2654 |         |                  |         |
|                   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,4519 |         |                  |         |
| VOLUME            |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela           |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação       | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco             | 2   | 91585,44102                | 45792,72051 | 12,02  | 0,0003  |                  |         |
| Tratamento        | 11  | 76159,53191                | 6923,59381  | 1,82   | 0,1123  |                  |         |
| Erro              | 22  | 83812,58348                | 3809,66289  |        |         |                  |         |
| Subparcela        |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo             | 6   | 41433,76925                | 6905,62821  | 84,46  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco       | 12  | 827,00976                  | 68,91748    | 0,84   | 0,6064  | 0,4833           | 0,5299  |
| Tempo*Tratamento  | 66  | 8276,28148                 | 125,39820   | 1,53   | 0,0194  | 0,1407           | 0,0831  |
| Erro (tempo)      | 132 | 10793,17093                | 81,76645    |        |         |                  |         |
|                   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,2587 |         |                  |         |
|                   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,4391 |         |                  |         |
| NÚMERO DE ÁRVORES |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela           |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação       | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco             | 2   | 5664,412698                | 2832,206349 | 10,08  | 0,0008  |                  |         |
| Tratamento        | 11  | 3867,222222                | 351,565657  | 1,25   | 0,3134  |                  |         |
| Erro              | 22  | 6179,873016                | 280,903319  |        |         |                  |         |
| Subparcela        |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo             | 6   | 1386,134921                | 231,022487  | 58,40  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco       | 12  | 127,531746                 | 10,627646   | 2,69   | 0,0029  | 0,0301           | 0,0075  |
| Tempo*Tratamento  | 66  | 380,722222                 | 5,768519    | 1,46   | 0,0343  | 0,1159           | 0,0559  |
| Erro (tempo)      | 132 | 522,182540                 | 3,955928    |        |         |                  |         |
|                   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,4191 |         |                  |         |
|                   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,7573 |         |                  |         |
| DIÂMETRO MÉDIO    |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela           |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação       | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco             | 2   | 864,351429                 | 432,175715  | 4,12   | 0,0303  |                  |         |
| Tratamento        | 11  | 1410,744450                | 128,249495  | 1,22   | 0,3300  |                  |         |
| Erro              | 22  | 2309,340198                | 104,970009  |        |         |                  |         |
| Subparcela        |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo             | 6   | 493,1010795                | 82,1835132  | 43,53  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco       | 12  | 36,1786626                 | 3,0148886   | 1,60   | 0,0997  | 0,1715           | 0,1195  |
| Tempo*Tratamento  | 66  | 166,4326778                | 2,5217072   | 1,34   | 0,0811  | 0,1715           | 0,1035  |
| Erro (tempo)      | 132 | 249,1894690                | 1,8877990   |        |         |                  |         |
|                   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,4438 |         |                  |         |
|                   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,8090 |         |                  |         |



FIGURA 23 – CONTINUAÇÃO ...



O desenvolvimento do volume segue a mesma tendência da área basal (Figura 23), pois estão correlacionados.

No final dos 20 anos de acompanhamento, o volume comercial do tratamento de intensidade leve representou 81,98% do original, seguido do médio com 69,03%, e o considerado pesado com 62,90% (Figura 23).

O teste W foi significativo ao nível de 1%, para o  $IPA_{DAP}$  ( $W = 0,0297514$ ,  $\chi^2 = 70,649068$  e  $p < 0,0001$ ),  $IPA_G$  ( $W = 0,0000615$ ,  $\chi^2 = 194,90375$  e  $p < 0,0001$ ) e  $IPA_v$  ( $W = 0,0000242$ ,  $\chi^2 = 213,6661$  e  $p < 0,0001$ ) (Tabela 38).

TABELA 38 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME PARA ÁRVORES COMERCIAIS CONSIDERANDO O CRESCIMENTO LÍQUIDO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - IPA <sub>DAP</sub> |     |                            |             |        |         |                  |         |
|---|-----|----------------------------|-------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela   |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 1,34219985                 | 0,67109993  | 1,80   | 0,1888  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 7,77547768                 | 0,70686161  | 1,90   | 0,0971  |                  |         |
| Erro  | 22  | 8,20132385                 | 0,37278745  |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 251,5635051                | 50,3127010  | 118,92 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 14,2265428                 | 1,4226543   | 3,36   | 0,0007  | 0,0217           | 0,0053  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 46,8077349                 | 0,8510497   | 2,01   | 0,0010  | 0,0303           | 0,0071  |
| Erro (tempo)  | 110 | 46,5401383                 | 0,4230922   |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,3597 |         |                  |         |
|   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,6213 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - IPA <sub>G</sub> |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela   |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 0,13200066                 | 0,06600033  | 0,58   | 0,5678  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 2,35237934                 | 0,21385267  | 1,88   | 0,0997  |                  |         |
| Erro  | 22  | 2,49998100                 | 0,11363550  |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 95,38544826                | 19,07708965 | 189,44 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 0,43360518                 | 0,04336052  | 0,43   | 0,9288  | 0,6768           | 0,7697  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 14,88666230                | 0,27066659  | 2,69   | <0,0001 | 0,0178           | 0,0037  |
| Erro (tempo)  | 110 | 11,07745992                | 0,10070418  |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,2236 |         |                  |         |
|   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,3663 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - IPA <sub>v</sub>     |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela   |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 20,7229827                 | 10,3614913  | 0,42   | 0,6612  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 472,8478587                | 42,9861690  | 1,75   | 0,1274  |                  |         |
| Erro  | 22  | 540,7684546                | 24,5803843  |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 18237,08744                | 3647,41749  | 164,54 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 77,13502                   | 7,71350     | 0,35   | 0,9654  | 0,7285           | 0,8241  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 2930,24462                 | 53,27717    | 2,40   | <0,0001 | 0,0323           | 0,0094  |
| Erro (tempo)  | 110 | 2438,40543                 | 22,16732    |        |         |                  |         |
|   |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,2191 |         |                  |         |
|   |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,3581 |         |                  |         |

Com base no F corrigido (G-G) apresentado na Tabela 38, pode-se afirmar que o  $IPA_{DAP}$ ,  $IPA_G$  e  $IPA_v$  variaram significativamente em função do tempo ( $p < 0,0001$ ) e da interação tempo\*tratamento ( $p = 0,0303$ ,  $p = 0,0178$  e  $p = 0,0323$ , respectivamente).

De acordo com o teste de Scott-Knott, não houve diferença significativa entre os tratamentos nos períodos estudados para o  $IPA_{DAP}$ . Observou-se diferença significativa a 5% de probabilidade entre os tratamentos, para o  $IPA_G$ , após a exploração madeireira (1996). O incremento periódico anual líquido na área basal comercial, isto é, considerando tanto o recrutamento quanto a mortalidade, no período de 1984 a 1986 (1 ano após a exploração), diferiu significativamente entre os tratamentos, sendo as médias do T1, T2, T3, T4 (intensidade leve) e T7 iguais e estatisticamente superiores aos demais (Tabela 39). Todos os tratamentos mostraram incrementos negativos devidos, em parte, à mortalidade causada pela extração.

No terceiro período (1988-1990), três a cinco anos após a exploração, pôde-se observar o efeito positivo de sua aplicação nas taxas de crescimento das espécies de valor comercial. Os tratamentos T1, T2 (explorados na intensidade mais leve) e T7, tiveram médias de incremento em área basal mais baixas, estatisticamente iguais e inferior aos demais tratamentos.

O incremento periódico anual líquido no volume comercial teve comportamento similar ao incremento em área basal comercial, para os mesmos períodos, inclusive com a manutenção dos dois grupos de tratamentos formados pelo teste de Scott-Knott.

O teste W foi não significativo ao nível de 5% de probabilidade para o  $IPA_{DAP}$  ( $W = 0,6862452$ ,  $\chi^2 = 7,8023383$  e  $p = 0,1675$ ) e  $IPA_G$  ( $W = 0,5864102$ ,  $\chi^2 = 11,060191$  e  $p = 0,0502$ ) e significativo ao nível de 5% de probabilidade para o  $IPA_v$  ( $W = 0,5770153$ ,  $\chi^2 = 11,394871$  e  $p = 0,0441$ ), três anos após a exploração.

As variações do  $IPA_{DAP}$  não apresentaram resultados significativos. As variações do  $IPA_G$  e  $IPA_v$  foram significativas ao longo do tempo ( $p = 0,0003$  e  $p = 0,0007$ , respectivamente) e da interação tempo\*tratamento ( $p = 0,0176$  e  $p = 0,0247$ ,

respectivamente) (Tabela 40).

TABELA 39 – INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME POR TRATAMENTO PARA OS ANOS DE MONITORAMENTO, PARA O POVOAMENTO COMERCIAL LÍQUIDO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, EM CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - $IPA_{DAP}$ |            |           |           |           |           |           |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| TRAT   | 1986       | 1988      | 1990      | 1994      | 1996      | 2004      |
| 1  | -1,6882 a  | 0,2210 a  | -0,1438 a | -0,0981 a | 0,0416 a  | 0,1028 a  |
| 2  | -1,2209 a  | 0,2591 a  | -0,2060 a | -0,0146 a | -0,0281 a | 0,0453 a  |
| 3  | -0,9805 a  | 0,2274 a  | 0,3296 a  | 0,0926 a  | -0,0201 a | -0,1571 a |
| 4  | -2,8454 a  | 0,2763 a  | 0,0887 a  | 0,0047 a  | -0,1131 a | 0,0178 a  |
| 5  | -3,1073 a  | 0,1478 a  | 0,4332 a  | -0,1584 a | -0,1295 a | 0,0802 a  |
| 6  | -3,5387 a  | 0,2852 a  | 0,1176 a  | 0,0195 a  | 0,0004 a  | -0,1722 a |
| 7  | -1,7539 a  | 0,5184 a  | -0,0810 a | -0,1806 a | -0,0981 a | 0,0909 a  |
| 8  | -3,1523 a  | 0,4196 a  | 0,2926 a  | 0,2463 a  | 0,0178 a  | -0,3436 a |
| 9  | -3,7737 a  | 0,3957 a  | 0,2908 a  | -0,0500 a | 0,1901 a  | 0,1777 a  |
| 10   | -5,1923 a  | 0,3078 a  | 0,3158 a  | -0,0315 a | 0,1045 a  | -0,2132 a |
| 11   | -3,0236 a  | 0,4459 a  | -0,5113 a | -0,0328 a | 0,3752 a  | -0,1211 a |
| 12   | -3,5359 a  | 0,2804 a  | -0,5128 a | -0,0027 a | -0,2917 a | 0,0898 a  |
| MÉDIA  | -2,8177    | 0,3154    | 0,0345    | -0,0171   | 0,0041    | -0,0335   |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - $IPA_G$   |            |           |           |           |           |           |
| TRAT   | 1986       | 1988      | 1990      | 1994      | 1996      | 2004      |
| 2  | -0,7741 a  | 0,0466 a  | -0,1509 b | 0,0648 a  | 0,0285 a  | 0,0212 a  |
| 3  | -0,9045 a  | 0,0955 a  | 0,0135 a  | 0,0224 a  | -0,0039 a | -0,0539 a |
| 1  | -1,1097 a  | 0,0303 a  | -0,3217 b | 0,0342 a  | 0,0694 a  | 0,0251 a  |
| 4  | -1,1903 a  | 0,0587 a  | 0,0435 a  | -0,0006 a | 0,0238 a  | 0,0389 a  |
| 7  | -1,2617 a  | 0,0592 a  | -0,0654 a | 0,0857 a  | 0,1302 a  | -0,0314 a |
| 9  | -1,9504 b  | -0,0355 a | 0,0062 a  | 0,1128 a  | 0,0695 a  | 0,0929 a  |
| 11   | -1,9936 b  | 0,0432 a  | -0,1746 b | -0,0401 a | 0,0717 a  | 0,0548 a  |
| 8  | -2,0278 b  | 0,0136 a  | 0,1002 a  | 0,0784 a  | 0,0103 a  | -0,0637 a |
| 6  | -2,0794 b  | 0,0496 a  | -0,0298 a | 0,0709 a  | 0,0988 a  | -0,0065 a |
| 5  | -2,1427 b  | 0,0222 a  | 0,0507 a  | 0,0629 a  | 0,0482 a  | 0,0503 a  |
| 12   | -2,5811 b  | 0,1006 a  | -0,0809 a | 0,0249 a  | 0,1303 a  | 0,1067 a  |
| 10   | -3,0662 b  | 0,0389 a  | 0,0737 a  | 0,0215 a  | 0,0561 a  | -0,0536 a |
| MÉDIA  | -1,7568    | 0,0436    | -0,0446   | 0,0448    | 0,0611    | 0,0151    |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - $IPA_V$       |            |           |           |           |           |           |
| TRAT   | 1986       | 1988      | 1990      | 1994      | 1996      | 2004      |
| 2  | -11,0293 a | 0,6610 a  | -2,0664 b | 0,9089 a  | 0,4841 a  | 0,2821 a  |
| 3  | -12,3374 a | 1,2668 a  | 0,2893 a  | 0,2095 a  | 0,0596 a  | -0,8013 a |
| 1  | -14,9118 a | 0,5467 a  | -4,3221 b | 0,4223 a  | 0,8875 a  | 0,3695 a  |
| 4  | -16,3621 a | 0,8103 a  | 0,5441 a  | 0,0135 a  | 0,3010 a  | 0,4508 a  |
| 7  | -17,4203 a | 0,8886 a  | -0,7844 a | 1,0809 a  | 1,7836 a  | -0,3972 a |
| 11   | -26,7063 b | 0,6829 a  | -2,3621 b | -0,5743 a | 0,9557 a  | 0,6435 a  |
| 9  | -27,7578 b | -0,3143 a | 0,2828 a  | 1,3646 a  | 0,8304 a  | 1,1919 a  |
| 8  | -27,7898 b | 0,2645 a  | 1,4049 a  | 1,1052 a  | 0,3095 a  | -0,9375 a |
| 6  | -28,9127 b | 0,8180 a  | -0,3351 a | 0,9124 a  | 1,2455 a  | -0,2273 a |
| 5  | -29,4646 b | 0,3501 a  | 0,7493 a  | 0,7707 a  | 0,6677 a  | 0,6893 a  |
| 12   | -35,2542 b | 1,3102 a  | -0,9753 a | 0,4134 a  | 1,5391 a  | 1,3570 a  |
| 10   | -43,6168 b | 0,6363 a  | 0,9586 a  | 0,3332 a  | 0,7001 a  | -0,9028 a |
| MÉDIA  | -24,2969   | 0,6601    | -0,5514   | 0,5800    | 0,8137    | 0,1432    |

TABELA 40 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME PARA ÁRVORES COMERCIAIS CONSIDERANDO O CRESCIMENTO LÍQUIDO TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - IPA <sub>DAP</sub> |    |                            |            |        |         |                  |         |
|---|----|----------------------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,24263564                 | 0,12131782 | 1,28   | 0,2973  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 0,95900072                 | 0,08718188 | 0,92   | 0,5376  |                  |         |
| Erro  | 22 | 2,08097056                 | 0,09458957 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 0,09308517                 | 0,03102839 | 0,19   | 0,9038  | 0,8735           | 0,9038  |
| Tempo*Bloco   | 6  | 0,25314991                 | 0,04219165 | 0,26   | 0,9549  | 0,9354           | 0,9549  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 4,76298682                 | 0,14433293 | 0,88   | 0,6533  | 0,6385           | 0,6533  |
| Erro (tempo)  | 66 | 10,85530905                | 0,16447438 |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,8381 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,5142 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - IPA <sub>G</sub> |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,07846161                 | 0,03923081 | 3,21   | 0,0596  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 0,15164385                 | 0,01378580 | 1,13   | 0,3861  |                  |         |
| Erro  | 22 | 0,26851993                 | 0,01220545 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 0,23403500                 | 0,07801167 | 9,22   | <0,0001 | 0,0003           | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 6  | 0,05589947                 | 0,00931658 | 1,10   | 0,3715  | 0,3693           | 0,3715  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 0,57228083                 | 0,01734184 | 2,05   | 0,0067  | 0,0176           | 0,0067  |
| Erro (tempo)  | 66 | 0,55866312                 | 0,00846459 |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,7204 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,2736 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - IPA <sub>V</sub>     |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 13,77162404                | 6,88581202 | 2,95   | 0,0733  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 27,25802181                | 2,47800198 | 1,06   | 0,4320  |                  |         |
| Erro  | 22 | 51,35980447                | 2,33453657 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 38,8861280                 | 12,9620427 | 8,10   | 0,0001  | 0,0007           | 0,0001  |
| Tempo*Bloco   | 6  | 9,4790853                  | 1,5798476  | 0,99   | 0,4410  | 0,4273           | 0,4410  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 103,4044773                | 3,1334690  | 1,96   | 0,0103  | 0,0247           | 0,0103  |
| Erro (tempo)  | 66 | 105,5910891                | 1,5998650  |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,7141 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,2611 |         |                  |         |

Os valores médios para os incrementos periódicos anuais em área basal e volume, três anos após a exploração, são apresentados na Tabela 41. Estes valores variaram de acordo com os resultados obtidos para todo período avaliado. Os tratamentos foram significativamente diferentes para as variáveis, somente no período 1990-1988 com a manutenção dos agrupamentos formados. Nos demais períodos de avaliação não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos.



TABELA 41 – INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL E VOLUME POR TRATAMENTO TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO, PARA O POVOAMENTO COMERCIAL LÍQUIDO. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, EM CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT

| TRAT | ÁREA BASAL |           |           |           | VOLUME    |           |          |           |
|------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
|      | 1990       | 1994      | 1996      | 2004      | 1990      | 1994      | 1996     | 2004      |
| 8    | 0,1002 a   | 0,0784 a  | 0,0103 a  | -0,0637 a | 1,4049 a  | 1,1052 a  | 0,3095 a | -0,9375 a |
| 10   | 0,0737 a   | 0,0215 a  | 0,0561 a  | -0,0536 a | 0,9586 a  | 0,3332 a  | 0,7001 a | -0,9028 a |
| 5    | 0,0507 a   | 0,0629 a  | 0,0482 a  | 0,0503 a  | 0,7493 a  | 0,7707 a  | 0,6677 a | 0,6893 a  |
| 4    | 0,0435 a   | -0,0006 a | 0,0238 a  | 0,0389 a  | 0,5441 a  | 0,0135 a  | 0,3010 a | 0,4508 a  |
| 3    | 0,0135 a   | 0,0224 a  | -0,0039 a | -0,0539 a | 0,2893 a  | 0,2095 a  | 0,0596 a | -0,8013 a |
| 9    | 0,0062 a   | 0,1128 a  | 0,0695 a  | 0,0929 a  | 0,2828 a  | 1,3646 a  | 0,8304 a | 1,1919 a  |
| 6    | -0,0298 a  | 0,0709 a  | 0,0988 a  | -0,0065 a | -0,3351 a | 0,9124 a  | 1,2455 a | -0,2273 a |
| 7    | -0,0654 a  | 0,0857 a  | 0,1302 a  | -0,0314 a | -0,7844 a | 1,0809 a  | 1,7836 a | -0,3972 a |
| 12   | -0,0809 a  | 0,0249 a  | 0,1303 a  | 0,1067 a  | -0,9753 a | 0,4134 a  | 1,5391 a | 1,3570 a  |
| 2    | -0,1509 b  | 0,0648 a  | 0,0285 a  | 0,0212 a  | -2,0664 b | 0,9089 a  | 0,4841 a | 0,2821 a  |
| 11   | -0,1746 b  | -0,0401 a | 0,0717 a  | 0,0548 a  | -2,3621 b | -0,5743 a | 0,9557 a | 0,6435 a  |
| 1    | -0,3217 b  | 0,0342 a  | 0,0694 a  | 0,0251 a  | -4,3221 b | 0,4223 a  | 0,8875 a | 0,3695 a  |
| MED  | -0,0446    | 0,0448    | 0,0611    | 0,0151    | -0,5514   | 0,5800    | 0,8137   | 0,1432    |

Os resultados da ANOVA para medidas repetidas no tempo para a taxa de ingresso, mortalidade e balanço líquido são apresentados na Tabela 42. O teste de esfericidade para o ingresso foi não significativo ( $W = 0,3894758$ ,  $\chi^2 = 18,953365$   $p = 0,1667$ ). A variação da taxa do mesmo foi altamente significativa em função do tempo ( $p < 0,0001$ ).

O teste de esfericidade foi não significativo ( $W = 0,4766703$   $\chi^2 = 14,8927$   $p = 0,3855$ ) também, para taxa de mortalidade, que por sua vez, variou significativamente em função do tempo ( $p < 0,0001$ ) e da interação tempo\*tratamento ( $p = 0,0006$ ) para o F não corrigido.

O teste de esfericidade foi significativo ( $W = 0,0759681$   $\chi^2 = 51,806567$   $p < 0,0001$ ) para o balanço líquido que variou significativamente, somente em função do tempo ( $p < 0,0001$ ).

Pode-se observar na Figura 24, que não existe nenhuma relação entre a intensidade de exploração e as taxas de ingresso. Todos os tratamentos apresentaram as maiores taxas de ingresso no quarto (1990-1994) e sexto (1996-2004) períodos de avaliação, cinco a nove anos após a exploração e dois a dez anos após a aplicação dos tratamentos silviculturais, respectivamente.

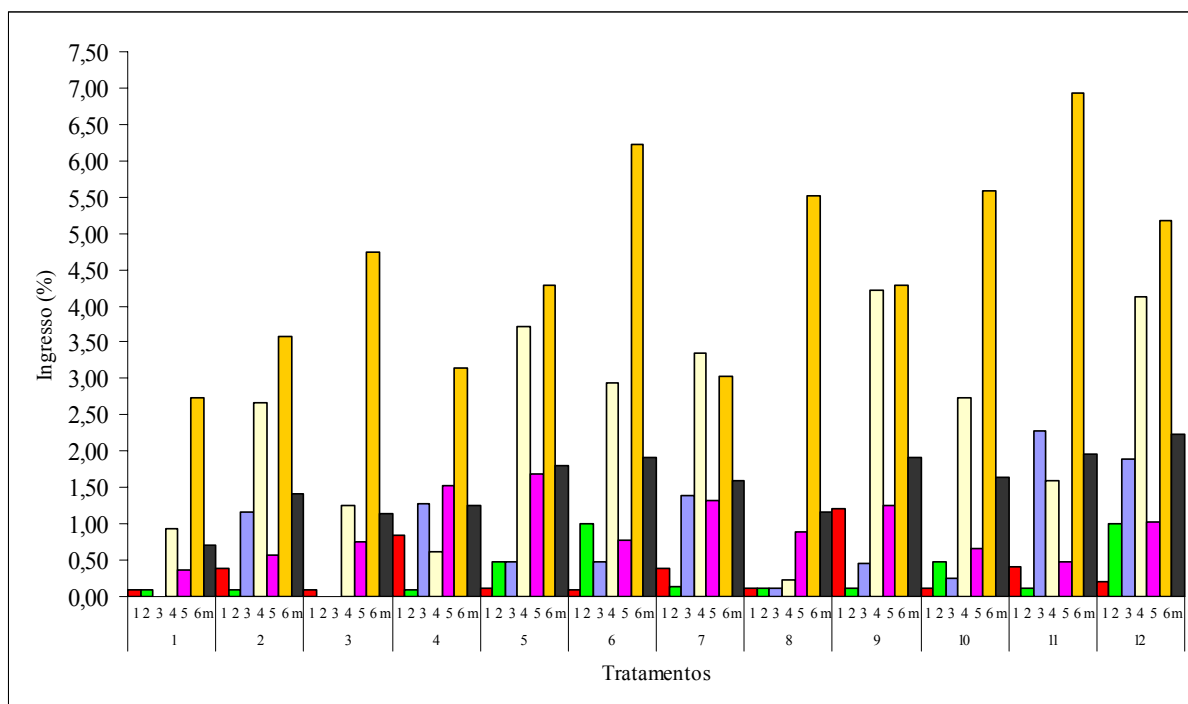
No primeiro caso a expectativa era de que à medida que o processo de

recuperação pós-exploração da floresta avançasse, se iniciasse o fechamento do dossel e as taxas médias de ingresso tendessem a valores mais baixos. Por outro lado, a abertura no dossel, ocasionada pelos desbastes para redução da área basal, realizada no ano de 1994, parece que favoreceu o aumento no número de ingressos nos tratamentos onde o mesmo foi aplicado, contudo, aumentos significativos podem ser observados nos tratamentos onde não houve nenhuma intervenção pós-colheita (T1, T5 e T9).

TABELA 42 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA TAXA DE INGRESSO (%), TAXA DE MORTALIDADE (m) E BALANÇO LÍQUIDO PARA AS ÁRVORES COMERCIAIS (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| TAXA DE INGRESSO    |     |                            |            |        |         |                  |         |
|---------------------|-----|----------------------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela             |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação         | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco               | 2   | 0,00041623                 | 0,00020812 | 0,06   | 0,9379  |                  |         |
| Tratamento          | 11  | 0,09311248                 | 0,00846477 | 2,62   | 0,0264  |                  |         |
| Erro                | 22  | 0,07118966                 | 0,00323589 |        |         |                  |         |
| Subparcela          |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo               | 5   | 0,74300549                 | 0,14860110 | 39,39  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco         | 10  | 0,06419892                 | 0,00641989 | 1,70   | 0,0891  | 0,1157           | 0,0891  |
| Tempo*Tratamento    | 55  | 0,18570319                 | 0,00337642 | 0,90   | 0,6716  | 0,6461           | 0,6716  |
| Erro (tempo)        | 110 | 0,41497351                 | 0,00377249 |        |         |                  |         |
|                     |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,7431 |         |                  |         |
|                     |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,4411 |         |                  |         |
| TAXA DE MORTALIDADE |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela             |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação         | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco               | 2   | 0,00646853                 | 0,00323427 | 1,48   | 0,2498  |                  |         |
| Tratamento          | 11  | 0,02453822                 | 0,00223075 | 1,02   | 0,4621  |                  |         |
| Erro                | 22  | 0,04813490                 | 0,00218795 |        |         |                  |         |
| Subparcela          |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo               | 5   | 0,07840641                 | 0,01568128 | 12,19  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco         | 10  | 0,02288969                 | 0,00228897 | 1,78   | 0,0728  | 0,0952           | 0,0728  |
| Tempo*Tratamento    | 55  | 0,14680205                 | 0,00266913 | 2,07   | 0,0006  | 0,0022           | 0,0006  |
| Erro (tempo)        | 110 | 0,14156140                 | 0,00128692 |        |         |                  |         |
|                     |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,7708 |         |                  |         |
|                     |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,5071 |         |                  |         |
| BALANÇO LÍQUIDO     |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela             |     |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação         | GL  | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco               | 2   | 7,34259259                 | 3,67129630 | 1,35   | 0,2802  |                  |         |
| Tratamento          | 11  | 24,25925926                | 2,20538721 | 0,81   | 0,6305  |                  |         |
| Erro                | 22  | 59,87962963                | 2,72180135 |        |         |                  |         |
| Subparcela          |     |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo               | 5   | 271,6481481                | 54,3296296 | 14,63  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco         | 10  | 60,3240741                 | 6,0324074  | 1,62   | 0,1088  | 0,1629           | 0,1100  |
| Tempo*Tratamento    | 55  | 228,2407407                | 4,1498316  | 1,12   | 0,3074  | 0,3500           | 0,3085  |
| Erro (tempo)        | 110 | 408,4537037                | 3,7132155  |        |         |                  |         |
|                     |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,5400 |         |                  |         |
|                     |     | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 0,9865 |         |                  |         |

FIGURA 24 – INGRESSOS EM PORCENTAGEM DE ÁRVORES COMERCIAIS, POR TRATAMENTO, A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI



Foram encontradas diferenças significativas nas médias de mortalidade entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%, no primeiro e terceiro intervalo de medição (Tabela 43).

Após a colheita o teste de Scott-Knott estratificou os tratamentos em três grupos. O primeiro formado pelos tratamentos T4, T5, T6, T8, T9, T10, T11 e T12, o segundo pelos tratamentos T1, T3 e T7 e, por último, o grupo formado pelo tratamento T2, que apresentou taxa de mortalidade zero para o período em avaliação.

O primeiro grupo apresentou as maiores taxas de mortalidade e incluiu tratamentos que receberam intensidades de exploração leve, média e alta.

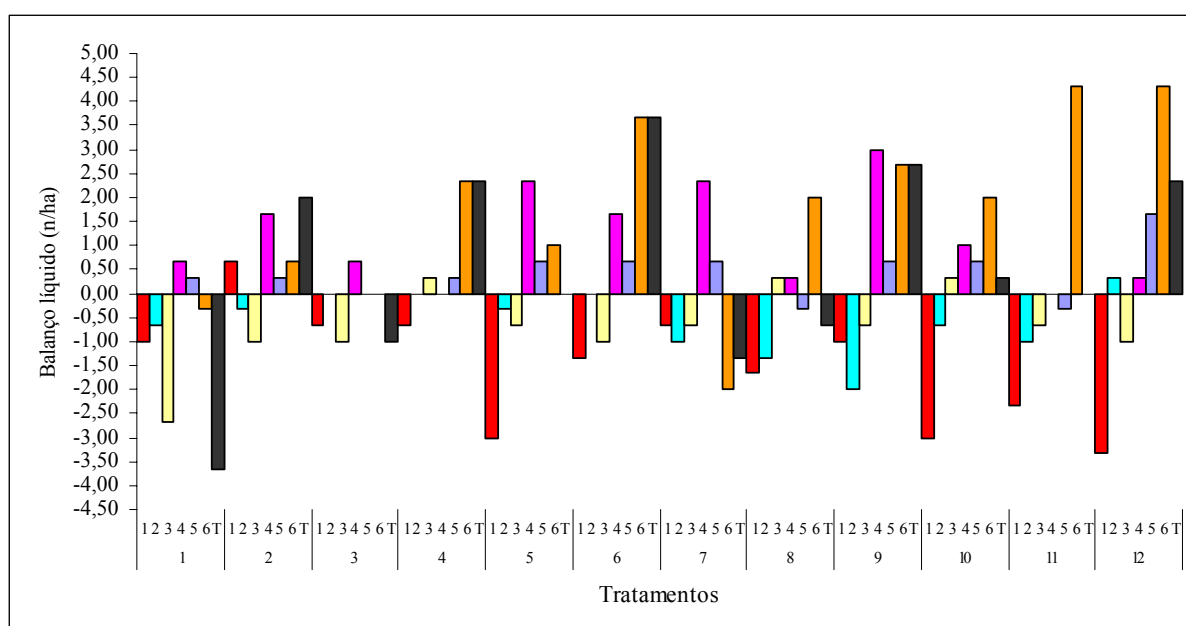
Considerando os 20 anos de monitoramento do experimento, o balanço líquido variou bastante entre tratamentos e períodos de avaliações. As intervenções realizadas na floresta aumentaram significativamente a mortalidade. Entretanto, as variações no ingresso não foram estatisticamente significativas em função da exploração e dos tratamentos silviculturais (Figura 25).

Na maioria dos tratamentos houve perda na densidade de árvores comerciais. Os tratamentos T1 e T7 (em quatro dos seis períodos), tratamentos T5, T8 e T9 (três dos seis períodos), tratamentos T2, T3, T6, T10 e T12 (dois dos seis períodos) e tratamento T4 (apenas um dos seis períodos).

TABELA 43 – EFEITO DAS INTERVENÇÕES NA MORTALIDADE DE ÁRVORES COMERCIAIS, EM CADA TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO. TAXA DE MORTALIDADE MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA, PARA CADA ANO, NÃO DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE 5% PELO TESTE DE SCOTT-KNOTT, NA FLORESTA DA JARI.

| TRATAMENTO | MORTALIDADE |        |        |        |        |        |
|------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            | 1986        | 1988   | 1990   | 1994   | 1996   | 2004   |
| 12         | 2,18 a      | 0,32 a | 1,38 a | 0,87 a | 0,00 a | 0,08 a |
| 5          | 2,08 a      | 0,52 a | 0,66 a | 0,30 a | 0,16 a | 0,40 a |
| 11         | 1,79 a      | 0,42 a | 1,37 a | 0,65 a | 0,19 a | 0,29 a |
| 10         | 1,76 a      | 0,47 a | 0,05 b | 0,29 a | 0,05 a | 0,41 a |
| 9          | 1,37 a      | 0,38 a | 0,61 a | 0,27 a | 0,23 a | 0,22 a |
| 4          | 1,16 a      | 0,06 a | 0,26 b | 0,16 a | 0,67 a | 0,08 a |
| 8          | 1,16 a      | 0,82 a | 0,00 b | 0,03 a | 0,85 a | 0,51 a |
| 6          | 0,96 a      | 0,18 a | 0,73 a | 0,23 a | 0,24 a | 0,31 a |
| 1          | 0,66 b      | 0,27 a | 1,00 a | 0,08 a | 0,04 a | 0,39 a |
| 7          | 0,54 b      | 0,41 a | 0,92 a | 0,24 a | 0,12 a | 0,66 a |
| 3          | 0,37 b      | 0,00 a | 0,29 b | 0,06 a | 0,62 a | 0,58 a |
| 2          | 0,00 c      | 0,08 a | 0,89 a | 0,20 a | 0,21 a | 0,24 a |
| MÉDIA      | 1,17        | 0,33   | 0,68   | 0,28   | 0,28   | 0,35   |

FIGURA 25 – BALANÇO LÍQUIDO ( $n \cdot ha^{-1}$ ) POR TRATAMENTO E PERÍODO DE MEDIÇÃO PARA ÁRVORES COMERCIAIS NA FLORESTA DA JARI, T = TOTAL



De modo geral, para o período total de monitoramento, a mortalidade não foi compensada pelo ingresso nos tratamentos T1, T3, T7 e T8, mudança líquida total de -3,67 árvores.ha<sup>-1</sup>, -1,00 árvores.ha<sup>-1</sup> e -1,33 árvores.ha<sup>-1</sup> e -1,67 árvores.ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Os demais tratamentos resultaram em mudança líquida total positiva que variou de 0,67 árvores.ha<sup>-1</sup> no tratamento T2 a 3,67 árvores.ha<sup>-1</sup> no tratamento T6. Os tratamentos T3, T5 e T11 resultaram em mudança líquida total nula.

#### 4.1.3.4 Povoamento comercial bruto - Sem ingresso e mortalidade

O teste de esfericidade de Mauchly (W) foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, para as variáveis área basal ( $W = 3,4804 \cdot 10^{-7}$ ,  $\chi^2 = 294,11458$  e  $p < 0,0001$ ), volume ( $W = 6,2472 \cdot 10^{-7}$ ,  $\chi^2 = 282,54464$  e  $p < 0,0001$ ) e diâmetro médio ( $W = 3,1363 \cdot 10^{-7}$ ,  $\chi^2 = 296,1733$  e  $p < 0,0001$ ). Isto significa que pode-se rejeitar a hipótese de nulidade, isto é, a não existência de esfericidade (Tabela 44).

A área basal, o volume e o diâmetro médio variaram significativamente somente em função do tempo, como apresentado na Tabela 44.

O gráfico 26 apresenta o desenvolvimento da área basal, volume e diâmetro médio, para o povoamento comercial bruto, isto é, sem incluir o recrutamento e nem a mortalidade. Estes resultados são bastante semelhantes àqueles obtidos para o povoamento comercial líquido, onde se percebe claramente que o aumento no crescimento é devido ao tempo.

O teste de esfericidade mostrou resultados significativos para o IPA<sub>DAP</sub> ( $W = 0,2595316$ ,  $\chi^2 = 27,112425$  e  $p = 0,0186$ ), IPA<sub>G</sub> ( $W = 0,2634027$ ,  $\chi^2 = 26,814835$  e  $p = 0,0203$ ) e IPA<sub>V</sub> ( $W = 0,2805152$ ,  $\chi^2 = 25,549662$  e  $p = 0,0295$ ) ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores dos IPA<sub>DAP</sub>, IPA<sub>G</sub> e IPA<sub>V</sub> variaram significativamente somente em função do tempo, Tabela 45.

TABELA 44 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA ÁREA BASAL, VOLUME E DIÂMETRO MÉDIO PARA O POVOAMENTO COMERCIAL CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| ÁREA BASAL       |     |                            |             |        |         |                  |         |
|------------------|-----|----------------------------|-------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela          |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação      | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco            | 2   | 298,7468422                | 149,3734211 | 10,80  | 0,0005  |                  |         |
| Tratamento       | 11  | 338,0488671                | 30,7317152  | 2,22   | 0,0534  |                  |         |
| Erro             | 22  | 304,2562250                | 13,8298284  |        |         |                  |         |
| Subparcela       |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo            | 6   | 52,16072758                | 8,69345460  | 632,45 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco      | 12  | 0,30749621                 | 0,02562468  | 1,86   | 0,0444  | 0,1695           | 0,1352  |
| Tempo*Tratamento | 66  | 1,80257417                 | 0,02731173  | 1,99   | 0,0004  | 0,0655           | 0,0273  |
| Erro (tempo)     | 132 | 1,81444252                 | 0,01374578  |        |         |                  |         |
|                  |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,1983 |         |                  |         |
|                  |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,3270 |         |                  |         |
| VOLUME           |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela          |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação      | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco            | 2   | 53880,98948                | 26940,49474 | 10,72  | 0,0006  |                  |         |
| Tratamento       | 11  | 64315,74893                | 5846,88627  | 2,33   | 0,0442  |                  |         |
| Erro             | 22  | 55272,49003                | 2512,38591  |        |         |                  |         |
| Subparcela       |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo            | 6   | 9885,479246                | 1647,579874 | 554,35 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco      | 12  | 56,717263                  | 4,726439    | 1,59   | 0,1017  | 0,2199           | 0,1936  |
| Tempo*Tratamento | 66  | 360,296430                 | 5,459037    | 1,84   | 0,0016  | 0,0880           | 0,0426  |
| Erro (tempo)     | 132 | 392,318979                 | 2,972113    |        |         |                  |         |
|                  |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,2022 |         |                  |         |
|                  |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,3341 |         |                  |         |
| DIÂMETRO MÉDIO   |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Parcela          |     |                            |             |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação      | GL  | SQ                         | QM          | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco            | 2   | 740,190220                 | 370,095110  | 2,96   | 0,0729  |                  |         |
| Tratamento       | 11  | 1790,029446                | 162,729950  | 1,30   | 0,2880  |                  |         |
| Erro             | 22  | 2754,432269                | 125,201467  |        |         |                  |         |
| Subparcela       |     |                            |             |        |         |                  |         |
| Tempo            | 6   | 1442,727504                | 240,454584  | 867,51 | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco      | 12  | 9,765014                   | 0,813751    | 2,94   | 0,0012  | 0,0631           | 0,0324  |
| Tempo*Tratamento | 66  | 24,088798                  | 0,364982    | 1,32   | 0,0919  | 0,2654           | 0,2173  |
| Erro (tempo)     | 132 | 36,587323                  | 0,277177    |        |         |                  |         |
|                  |     | Greenhouse-Geisser Epsilon |             | 0,1970 |         |                  |         |
|                  |     | Huynh - Feldt Epsilon      |             | 0,3246 |         |                  |         |

FIGURA 26 – DESENVOLVIMENTO DA ÁREA BASAL ( $\text{m}^2.\text{ha}^{-1}$ ), VOLUME ( $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ) E NÚMERO DE ÁRVORES ( $\text{n}.\text{ha}^{-1}$ ) POR TRATAMENTO E A CADA PERÍODO DE MEDIÇÃO PARA O POVOAMENTO COMERCIAL BRUTO NA FLORESTA DA JARI

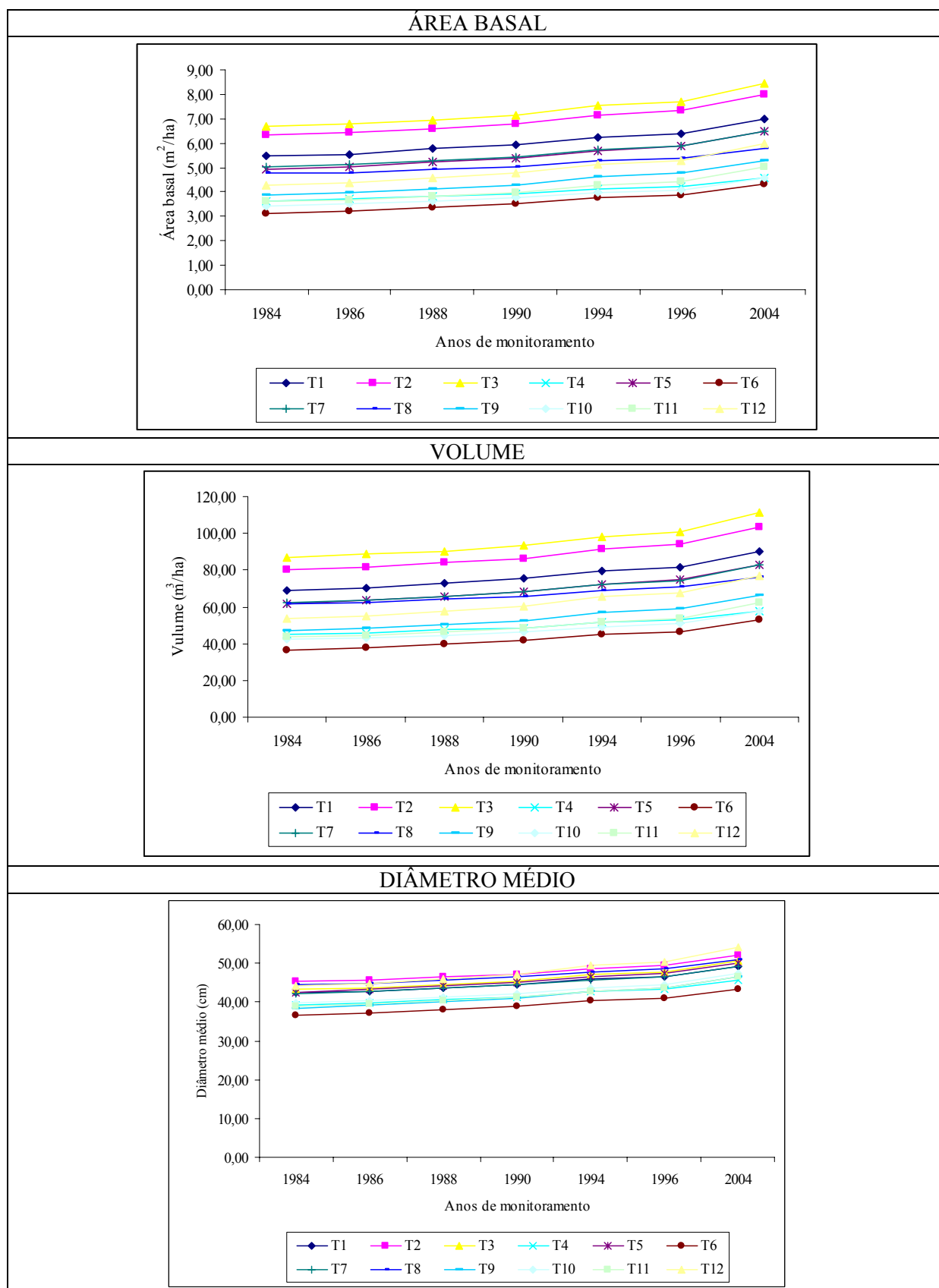


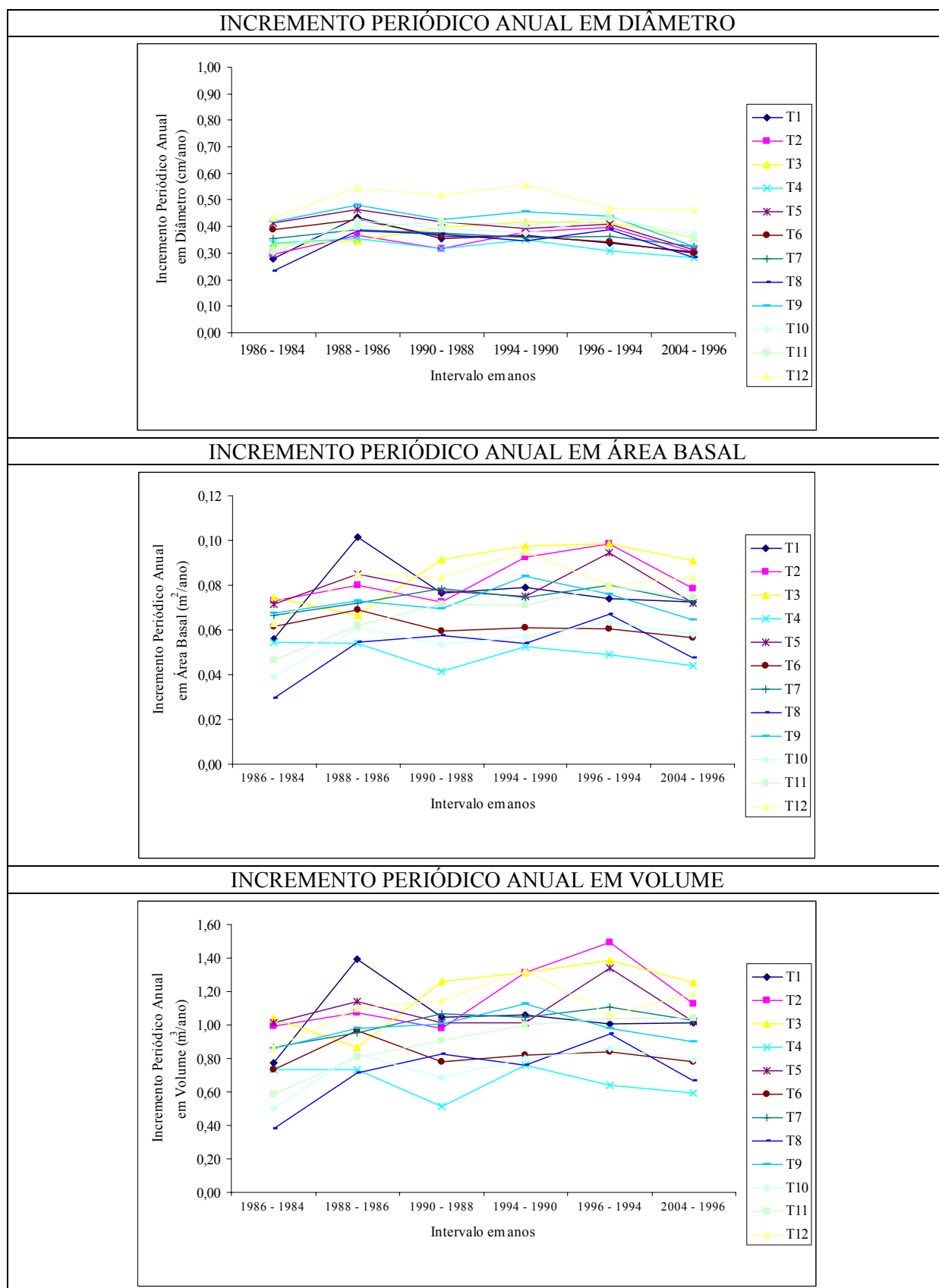
TABELA 45 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME PARA ÁRVORES COMERCIAIS CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - IPA <sub>DAP</sub> |     |            |            |        |         |                  |         |
|---|-----|------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela   |     |            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 0,24875787 | 0,12437894 | 4,03   | 0,0323  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 0,44656503 | 0,04059682 | 1,32   | 0,2801  |                  |         |
| Erro  | 22  | 0,67890632 | 0,03085938 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 0,20667049 | 0,04133410 | 11,31  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 0,04001571 | 0,00400157 | 1,10   | 0,3721  | 0,3747           | 0,3721  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 0,17177846 | 0,00312324 | 0,85   | 0,7379  | 0,6986           | 0,7379  |
| Erro (tempo)  | 110 | 0,40184547 | 0,00365314 |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon                                  |     |            |            | 0,6944 |         |                  |         |
| Huynh - Feldt Epsilon                                       |     |            |            | 1,3277 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - IPA <sub>G</sub> |     |            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |     |            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 0,00534837 | 0,00267418 | 1,91   | 0,1711  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 0,03198908 | 0,00290810 | 2,08   | 0,0689  |                  |         |
| Erro  | 22  | 0,03072205 | 0,00139646 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 0,00731266 | 0,00146253 | 7,53   | <0,0001 | 0,0001           | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 0,00247324 | 0,00024732 | 1,27   | 0,2547  | 0,2776           | 0,2547  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 0,01037211 | 0,00018858 | 0,97   | 0,5407  | 0,5288           | 0,5407  |
| Erro (tempo)  | 110 | 0,02137733 | 0,00019434 |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon                                  |     |            |            | 0,6641 |         |                  |         |
| Huynh - Feldt Epsilon                                       |     |            |            | 1,2584 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - IPA <sub>V</sub>     |     |            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |     |            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL  | SQ         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2   | 0,94774233 | 0,47387117 | 1,62   | 0,2209  |                  |         |
| Tratamento  | 11  | 6,50975330 | 0,59179575 | 2,02   | 0,0771  |                  |         |
| Erro  | 22  | 6,44011367 | 0,29273244 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |     |            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 5   | 1,69566260 | 0,33913252 | 7,24   | <0,0001 | 0,0001           | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 10  | 0,50565808 | 0,05056581 | 1,08   | 0,3842  | 0,3847           | 0,3842  |
| Tempo*Tratamento  | 55  | 2,42739427 | 0,04413444 | 0,94   | 0,5901  | 0,5708           | 0,5901  |
| Erro (tempo)  | 110 | 5,15320238 | 0,04684729 |        |         |                  |         |
| Greenhouse-Geisser Epsilon                                  |     |            |            | 0,6863 |         |                  |         |
| Huynh - Feldt Epsilon                                       |     |            |            | 1,3090 |         |                  |         |

Os incrementos periódicos anuais brutos em diâmetro, área basal e volume, das árvores comerciais, não diferiram significativamente entre os tratamentos (Tabela 45 e Figura 27).



FIGURA 27 – INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME POR HECTARE PARA O POVOAMENTO COMERCIAL BRUTO EM CADA TRATAMENTO E A CADA ANO DE MEDIÇÃO NA FLORESTA DA JARI



A Figura 27 deixa claro também que as reduções de área basal ocasionadas pela exploração e tratamentos silviculturais não provocaram uma resposta rápida no crescimento das árvores comerciais residuais, as quais parecem muito estáticas. A leve resposta que o povoamento comercial remanescente mostra é anulada pelo aumento da mortalidade pós-colheita.

O teste de esfericidade (W) não foi significativo ao nível de 1% de probabilidade para o  $IPA_{DAP}$  ( $W = 0,6838808$ ,  $\chi^2 = 7,8738578$  e  $p = 0,1633$ ),  $IPA_G$  ( $W = 0,6837111$ ,  $\chi^2 = 7,8789985$  e  $p = 0,1630$ ) e  $IPA_V$  ( $W = 0,6377887$ ,  $\chi^2 = 9,3197832$  e  $p = 0,0970$ ), três anos após a exploração.

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 46, os valores dos  $IPA_{DAP}$ ,  $IPA_G$  e o  $IPA_V$  foram estatisticamente significativos somente em função do tempo.

#### 4.1.3.5 Discussões gerais

##### 4.1.3.5.1 Povoamento total e comercial líquido

Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para as variáveis número de árvores total e número de árvores comercial, considerando todo o período de monitoramento. OLIVEIRA (2005) encontrou diferenças significativas para essas duas variáveis, vinte e um anos após a exploração, quando as médias dos tratamentos cujas intensidades de exploração foram mais pesadas, foram iguais entre si e, estatisticamente, superiores aos demais tratamentos. Para a área basal de todas as espécies só foram detectadas diferenças significativas logo após a exploração e nos dois últimos períodos em consequência da aplicação dos tratamentos silviculturais. O teste de Scott-Knott, no primeiro momento, discriminou os tratamentos leves dos demais e no segundo momento, discriminou os tratamentos que não sofreram intervenção pós-colheita dos outros. Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos para a variável área basal de espécies comerciais, durante todo o período de acompanhamento.

TABELA 46 - ANOVA PARA MEDIDAS REPETIDAS NO TEMPO PARA INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, ÁREA BASAL E VOLUME PARA ÁRVORES COMERCIAIS CONSIDERANDO O CRESCIMENTO BRUTO TRÊS ANOS APÓS A EXPLORAÇÃO (PARCELA SUBDIVIDIDA)

| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM DIÂMETRO - IPA <sub>DAP</sub> |    |                            |            |        |         |                  |         |
|---|----|----------------------------|------------|--------|---------|------------------|---------|
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,18115686                 | 0,09057843 | 4,08   | 0,0312  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 0,32476673                 | 0,02952425 | 1,33   | 0,2738  |                  |         |
| Erro  | 22 | 0,48899167                 | 0,02222689 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 0,10219939                 | 0,03406646 | 13,91  | <0,0001 | <0,0001          | <0,0001 |
| Tempo*Bloco   | 6  | 0,03037781                 | 0,00506297 | 2,07   | 0,0690  | 0,0837           | 0,0690  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 0,05505130                 | 0,00166822 | 0,68   | 0,8857  | 0,8621           | 0,8857  |
| Erro (tempo)  | 66 | 0,16165215                 | 0,00244928 |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,8308 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,4990 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM ÁREA BASAL - IPA <sub>G</sub> |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,00298649                 | 0,00149325 | 1,27   | 0,3009  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 0,02645803                 | 0,00240528 | 2,04   | 0,0740  |                  |         |
| Erro  | 22 | 0,02589086                 | 0,00117686 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 0,00186215                 | 0,00062072 | 5,24   | 0,0026  | 0,0051           | 0,0026  |
| Tempo*Bloco   | 6  | 0,00134746                 | 0,00022458 | 1,90   | 0,0946  | 0,1112           | 0,0946  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 0,00283754                 | 0,00008599 | 0,73   | 0,8420  | 0,8161           | 0,8420  |
| Erro (tempo)  | 66 | 0,00781767                 | 0,00011845 |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,8207 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,4782 |         |                  |         |
| INCREMENTO PERIÓDICO ANUAL EM VOLUME - IPA <sub>V</sub>     |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Parcela   |    |                            |            |        |         | Pr > F Corrigida |         |
| F. Variação   | GL | SQ                         | QM         | F      | Pr > F  | G - G            | H - F   |
| Bloco   | 2  | 0,52407139                 | 0,26203569 | 1,00   | 0,3829  |                  |         |
| Tratamento  | 11 | 5,45592872                 | 0,49599352 | 1,90   | 0,0966  |                  |         |
| Erro  | 22 | 5,74694354                 | 0,26122471 |        |         |                  |         |
| Subparcela  |    |                            |            |        |         |                  |         |
| Tempo   | 3  | 0,37556711                 | 0,12518904 | 4,13   | 0,0096  | 0,0158           | 0,0096  |
| Tempo*Bloco   | 6  | 0,28484183                 | 0,04747364 | 1,56   | 0,1714  | 0,1876           | 0,1714  |
| Tempo*Tratamento  | 33 | 0,85527908                 | 0,02591755 | 0,85   | 0,6848  | 0,6643           | 0,6848  |
| Erro (tempo)  | 66 | 2,00224074                 | 0,03033698 |        |         |                  |         |
|   |    | Greenhouse-Geisser Epsilon |            | 0,8070 |         |                  |         |
|   |    | Huynh - Feldt Epsilon      |            | 1,4499 |         |                  |         |

O comportamento do volume, ao longo do período de acompanhamento, seguiu a mesma tendência da área basal.

Neste experimento, a capacidade de resiliência da floresta mostrou-se mais eficiente para a recuperação da abundância, quando comparada à área basal e o volume. Entretanto, dezenove anos após a colheita de madeira, somente metade dos

tratamentos apresentaram número de árvores superior ao encontrado antes da intervenção. Para as espécies de valor comercial, todos os tratamentos apresentaram valores inferiores aos originais, resultados diferentes dos obtidos por OLIVEIRA (2005) na FLONA Tapajós.

Aplicando três níveis de exploração combinados com tratamentos de refinamento, tratamento leve (exploração de  $15 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), tratamento médio (exploração de  $23 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  mais redução da área basal para  $18 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) e tratamento pesado (exploração de  $46 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  mais redução da área basal para  $14 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ), após 20 anos de acompanhamento, DEKKER e DE GRAAF (2003), concluíram que o tratamento médio foi o que apresentou a maior densidade de regeneração, contudo, os autores discutem a significância estatística entre os diferentes níveis de intervenções para cada repetição.

A área basal, o volume, o número de árvores e o diâmetro médio das árvores comerciais, variaram significativamente somente em função do tempo. Na Figura 23, onde é mostrado o desenvolvimento da área basal, volume, número de árvores e diâmetro médio, para as espécies comerciais, nota-se claramente, pelo paralelismo das curvas que não houve efeito significativo dos tratamentos sob estas variáveis. Observa-se, também, que os valores obtidos se encontram abaixo dos valores originais.

Na área estudada o ingresso total ficou assim distribuídos, tratamentos leves: T1 -  $1,45\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , T2 -  $1,74\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , T3 -  $1,78\% \cdot \text{ano}^{-1}$  e T4 -  $1,76\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , tratamentos médios: T5 -  $2,00\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , T6 -  $2,33\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , T7 -  $2,01\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , T8 -  $2,24\% \cdot \text{ano}^{-1}$  e, tratamentos pesados: T9 -  $2,17\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , T10 -  $2,28\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , T11 -  $2,56\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , e T12 -  $2,64\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , com Média Global de  $2,08\% \cdot \text{ano}^{-1}$ , após vinte anos de monitoramento.

Os valores obtidos neste estudo, para os tratamentos considerados menos intensos, são similares aos encontrados por LIEBERMAN e LIEBERMAN (1987) para uma floresta primária na Costa Rica ( $1,8\% \cdot \text{ano}^{-1}$ ) e por GOMIDE (1997) nas parcelas sem intervenção na floresta da Jarí ( $1,5\% \cdot \text{ano}^{-1}$ ). Os valores obtidos nas intensidades médias e pesadas se assemelham aos obtidos por SILVA (2004), em Paragominas, sete anos após a exploração ( $2,3\% \cdot \text{ano}^{-1}$  a  $2,5\% \cdot \text{ano}^{-1}$ ).

As taxas de ingressos ficaram abaixo dos valores encontradas por HIGUCHI et al. (1997) em áreas exploradas e submetidas a desbastes na intensidade de 25% a 75% de redução da área basal na região de Manaus ( $2,9\%.\text{ano}^{-1}$  a  $4,2\%.\text{ano}^{-1}$ ) e por SILVA et al. (1995), 11 anos após uma exploração pesada ( $75\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ), porém sem intervenção posterior, na Floresta Nacional do Tapajós ( $3,1\%.\text{ano}^{-1}$ ). Valores mais altos foram encontrados por OLIVEIRA (2005), também na Floresta Nacional do Tapajós, que após vinte e dois anos de acompanhamento, ficou em torno de  $3,5\%.\text{ano}^{-1}$  para os tratamentos considerados mais intensos, em torno de  $2,0\%.\text{ano}^{-1}$ , para os tratamentos considerados menos intensos e  $1,2\%.\text{ano}^{-1}$  para a floresta testemunha.

O ingresso das árvores comerciais ficou assim distribuídos, tratamentos leves: T1 -  $0,23\%.\text{ano}^{-1}$ , T2 -  $0,44\%.\text{ano}^{-1}$ , T3 -  $0,29\%.\text{ano}^{-1}$  e T4 -  $0,52\%.\text{ano}^{-1}$ , tratamentos médios: T5 -  $0,55\%.\text{ano}^{-1}$ , T6 -  $0,53\%.\text{ano}^{-1}$ , T7 -  $0,56\%.\text{ano}^{-1}$  e T8 -  $0,36\%.\text{ano}^{-1}$  e, tratamentos pesados: T9 -  $0,59\%.\text{ano}^{-1}$ , T10 -  $0,48\%.\text{ano}^{-1}$ , T11 -  $0,59\%.\text{ano}^{-1}$  e T12 -  $0,78\%.\text{ano}^{-1}$ , com Média Global de  $0,49\%.\text{ano}^{-1}$ , após vinte anos de monitoramento. Fica evidente que o ingresso de espécies comerciais não foi favorecido pela extração e nem pela aplicação dos tratamentos silviculturais.

A média anual de mortalidade, nos vinte anos de acompanhamento, ficou em torno de  $2,15\%.\text{ano}^{-1}$  para os tratamentos considerados leve, aproximadamente  $2,74\%.\text{ano}^{-1}$  nos médios e  $2,60\%.\text{ano}^{-1}$  nos pesados. As maiores taxas de mortalidade foram observadas no período logo após a exploração (1984-1986), com valores em torno de  $3,71\%.\text{ano}^{-1}$ . Essa taxa um pouco elevada se deveu, além da mortalidade natural, à ocasionada pela extração das árvores comerciais e pelos danos às árvores remanescentes, devidos à derrubada e ao arraste das toras (OLIVEIRA, 2005 e LOPES, 1993). A mortalidade foi reduzida nos anos seguintes à exploração, atingindo a taxa de  $1,20\%.\text{ano}^{-1}$ , nove a cinco anos após a exploração (1990-1994). Os tratamentos silviculturais também provocaram um novo aumento nas taxas de mortalidade no período 1996-1994, porém foi observada a mesma tendência de retorno aos níveis encontrados na área antes da aplicação dos tratamentos, com a taxa de  $1,50\%.\text{ano}^{-1}$ . Declínio acentuado nas taxas de mortalidade foi observado nos trabalhos

de OLIVEIRA (2005), SILVA (1989) e HIGUCHI et al. (1997) em florestas manejadas, contudo, essas taxas declinam para valores normais após 10 anos (JONKERS, 1982; DE GRAAF, 1986).

O povoamento comercial apresentou as maiores taxas de mortalidade no período logo após a exploração (1986-1984), com valor médio de  $1,17\%.\text{ano}^{-1}$ . Essa taxa foi ocasionada pela mortalidade natural e pelos danos às árvores remanescentes, devidos à derruba e ao arraste das toras, uma vez que, a extração das árvores comerciais não foi contada para obtenção destes valores. Observou-se diferença estatística entre as médias dos tratamentos, com o teste de Scott-Knott discriminando os tratamentos em três grupos. Os tratamentos de intensidade leve apresentaram as menores médias, com destaque para o tratamento T2 que apresentou mortalidade nula.

A mortalidade foi reduzida nos anos seguintes à exploração para taxas  $0,33\%.\text{ano}^{-1}$  (1988-1986),  $0,68\%.\text{ano}^{-1}$  (1990-1988),  $0,28\%.\text{ano}^{-1}$  (1994-1990),  $0,28\%.\text{ano}^{-1}$  (1996-1994) e  $0,35\%.\text{ano}^{-1}$  (2004-1996). Sendo que no intervalo (1990-1988) o grupo formado pelos tratamentos T3, T4, T10 e T8 apresentaram as menores médias, estatisticamente iguais entre si e diferente dos demais.

Considerando o período total, os tratamentos T1, T4, T5, T6, T9, T10, T11 e T12, tiveram um balanço positivo, com o número de ingressos superior a mortalidade. Os tratamentos T2, T7 e T8, tiveram balanço negativo e o tratamento T3 teve balanço nulo. Porém, as intervenções tiveram efeito significativo somente sobre a mortalidade, mas parece que a abertura de clareiras na floresta estimularam o aumento dos ingressos, principalmente nos tratamentos onde o número de novos indivíduos é superior ao número de árvores mortas.

No povoamento comercial, mais de 50% dos tratamentos apresentaram balanço negativo ou nulo.

Para o incremento periódico em diâmetro ( $\text{IPA}_{\text{DAP}}$ ), considerando o período total de acompanhamento, os tratamentos apresentaram as seguintes médias: T1 ( $-0,04 \text{ cm.ano}^{-1}$ ), T2 ( $-0,02 \text{ cm.ano}^{-1}$ ), T3 ( $-0,04 \text{ cm.ano}^{-1}$ ), T4 ( $-0,06 \text{ cm.ano}^{-1}$ ), T5 ( $-0,15 \text{ cm.ano}^{-1}$ ), T6 ( $-0,15 \text{ cm.ano}^{-1}$ ), T7 ( $-0,07 \text{ cm.ano}^{-1}$ ) T8 ( $-0,11 \text{ cm.ano}^{-1}$ ) T9 ( $-0,13$

cm.ano<sup>-1</sup>), T10 (-0,14 cm.ano<sup>-1</sup>), T11 (-0,23 cm.ano<sup>-1</sup>) e T12 (-0,18 cm.ano<sup>-1</sup>). Tratamentos leves (-0,04 cm.ano<sup>-1</sup>), médio (-0,12 cm.ano<sup>-1</sup>) e pesado (-0,17 cm.ano<sup>-1</sup>). Segundo SILVA et al. (2001), decrementos acontecem em povoamentos e no Jarí estes podem ser explicados pelas baixas intensidades de corte, pela distribuição mais regular das árvores extraídas (produzindo menor número de clareiras e de menor tamanho) e o crescimento médio inferior quando comparado a outras florestas da região, conforme trabalhos descritos a seguir.

SILVA et al. (1995) encontraram taxa de crescimento de 0,3cm.ano<sup>-1</sup>, 13 anos após a exploração na Floresta Nacional do Tapajós. DE GRAAF (1986) no Suriname, encontrou 0,4 cm.ano<sup>-1</sup>, nove anos após a exploração e SILVA (2004) encontrou taxas em torno de 0,5 cm.ano<sup>-1</sup> para exploração de impacto reduzido e 0,3 cm.ano<sup>-1</sup> para exploração convencional, em Paragominas-PA, sete anos após a exploração de madeira.

As intensidades de redução da área basal não tiveram efeito sobre as taxas de crescimento, que se mantiveram negativas. Resultados contrastantes foram obtidos por HIGUCHI et al. (1997) que obtiveram incremento variando de 0,25 cm.ano<sup>-1</sup> a 0,28 cm.ano<sup>-1</sup> nos tratamentos onde foi realizada a redução da área basal, através de anelamento de espécies indesejáveis e, em torno 0,15 cm.ano<sup>-1</sup>, nas parcelas-testemunha.

O incremento anual líquido na área basal total, isto é, considerando tanto o recrutamento quanto a mortalidade, diferiu significativamente entre os tratamentos após a exploração madeireira (1986-1984), com decremento em todos os tratamentos. Os tratamentos leves (T1, T2, T3 e T4), apresentaram as maiores médias (negativas), estatisticamente iguais entre si e superiores às demais.

O incremento em volume, por sua vez, apresentou diferença significativa entre os tratamentos após o anelamento (1996-1994), com os tratamentos T5, T1 e T9, que não sofreram intervenções pós-colheita, com médias estatisticamente iguais, positivas e superior aos demais tratamentos. No último período avaliado (2004-1996), mesmo não havendo diferença estatística entre os tratamentos, os três tratamentos

citados acima continuam apresentando as maiores médias.

De modo geral, ocorreu decrementos em área basal ( $-0,3520 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) e volume ( $-0,3520 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ).

O incremento periódico anual líquido em diâmetro, área basal e volume comerciais teve comportamento similar à floresta incluindo todas as espécies, resultando decremento para o  $\text{IPA}_{\text{DAP}}$  ( $-0,42 \text{ cm.ano}^{-1}$ ),  $\text{IPA}_G$  ( $-0,27 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) e  $\text{IPA}_V$  ( $-3,77 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ).

Na região de Santarém (Tapajós), SILVA et al. (1996) observaram o crescimento e produção numa floresta de terra firme em quatro áreas distintas: floresta primária (testemunha), duas áreas exploradas seletivamente, 7 e 13 anos após a exploração e uma floresta secundária de 50 anos de idade. Nessas áreas, os incrementos periódicos anuais em volume de madeira, variaram de  $1,6 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  em floresta primária não explorada até  $4,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  em floresta manejada. Considerando apenas as espécies comerciais manejadas com  $\text{DAP} \geq 50\text{cm}$ , o incremento foi de  $1 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

GOMIDE (1997), analisando a dinâmica de crescimento da testemunha e da parcela submetida à corte raso, na Floresta da Jari, concluiu que, na floresta primária, o incremento periódico em volume de todas as espécies, durante o período de 1996-1985, foi de  $-0,39 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ; enquanto que na floresta secundária o IPA foi de  $3,53 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ .

Pesquisas realizadas por HIGUCHI et al. (1997), na região de Manaus, descrevem o crescimento e o incremento de uma floresta manejada experimentalmente, 10 anos após a exploração. Foram testadas diferentes intensidades de redução da área basal da floresta, em 4 tratamentos distintos: T1 - sem remoção de área basal (testemunha), T2 - remoção de 25% de área basal, T3 - remoção de 50% de área basal e T4 - remoção de 75% de área basal. O incremento em área basal e volume das “espécies listadas” (comerciais com DAP acima de 10 cm) nesses estudos foi, para a testemunha,  $0,07 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e  $0,96 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ; com remoção de 25% de área basal,  $0,16 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e  $2,11 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ; com remoção de 50% de área basal,  $0,13$



$\text{m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e  $1,71 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ; e com remoção de 75% de área basal,  $0,10 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$  e  $1,58 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ . Para as espécies comerciais com  $\text{DAP} \geq 50 \text{ cm}$ , o incremento foi igual ao de Santarém.

Segundo DE GRAAF (1996), o incremento em área basal nas áreas manejadas com uso de tratamentos silviculturais foi de  $0,6 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ . Nos primeiros 14 anos após a exploração seletiva de madeira, o incremento periódico anual em volume das espécies comerciais variou de 2 a  $4,5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ , em função da lista de espécies, principalmente, para as primeiras classes de diâmetro.

#### 4.1.3.5.2 Povoamento total e comercial bruto

A área basal das árvores do povoamento total, incluindo todas as espécies, que se mantêm vivas desde a primeira medição, apresentou as maiores médias para os tratamentos leves em conjunto com os tratamentos que não sofreram interferência pós-exploratória. Os grupos formados pelo teste de Scott-Knott, antes da exploração, mantiveram-se para todo período estudado.

O diâmetro médio das árvores remanescentes não foi favorecido pela extração e nem pelo desbaste.

Os incrementos  $\text{IPA}_{\text{DAP}}$  ( $0,30 \text{ cm.ano}^{-1}$ ),  $\text{IPA}_G$  ( $0,21 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) e  $\text{IPA}_V$  ( $2,73 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ), variaram significativamente somente em função do tempo.

Considerando o povoamento comercial bruto, a área basal, o volume e o diâmetro médio variaram significativamente somente em função do tempo. Na Figura 26 comparando-se o crescimento da área basal, volume e diâmetro das árvores comerciais, constata-se que o crescimento é muito pequeno. Ao observar o desenvolvimento das curvas, este indica que a redução em área basal ocasionada pela extração aliada ao desbaste não provocam uma resposta rápida no crescimento das árvores.

Os incrementos  $\text{IPA}_{\text{DAP}}$  ( $0,38 \text{ cm.ano}^{-1}$ ),  $\text{IPA}_G$  ( $0,07 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) e  $\text{IPA}_V$  ( $0,95 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ ) das árvores comerciais presentes desde a primeira medição,

variaram significativamente somente em função do tempo.

## 4.2 EFEITO DA EXPLORAÇÃO DE MADEIRA E DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS NO AGRUPAMENTO ECOLÓGICO DE ESPÉCIES NA FLORESTA DA JARI

O processo para agrupar as espécies envolveu três estágios: uma análise de Cluster para formar os grupos usando as espécies mais populosas; uma análise discriminante para acrescentar as espécies menos populosas aos grupos existentes e; um estágio subjetivo em que as espécies com dados escassos ou inexistentes foram designadas para os grupos formados. Na Tabela 47, são mostrados os níveis populacionais para cada espécie.

TABELA 47 – NÍVEL POPULACIONAL POR ESPÉCIE NA FLORESTA DA JARI

| Nº DE ESPÉCIES | Nº MÍNIMO DE ÁRVORES | Nº DE ÁRVORES (n) | Nº DE ÁRVORES ACUMULADA (%) |
|----------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|
| 25             | 100                  | 4730              | 47,51                       |
| 77             | 50                   | 6468              | 64,97                       |
| 170            | 10                   | 9188              | 92,30                       |
| 427            | 1                    | 9955              | 100,00                      |

### 4.2.1 Análise de Cluster: Espécies mais Populosas

Para cada espécie as seguintes variáveis foram calculadas:

- O incremento periódico anual médio em diâmetro;
- O percentil 95% da distribuição cumulativa dos diâmetros (como um índice do comportamento da mortalidade).

No primeiro estágio de agrupamento usando espécies com pelo menos 50 árvores, ocorreram 77 espécies, representando 64,97% do total de árvores amostradas (Tabela 47).

Os dados destas espécies foram normalizados e variaram de 0,0 até 1,0. O “cluster” foi então usado para agrupar as espécies de acordo com os valores

normalizados das duas variáveis citadas. Neste estágio vinte e cinco espécies não apresentaram incremento periódico anual médio e não puderam ser utilizadas. Assim só 52 espécies foram usadas nesta fase.

O processo de agrupamento exige que o usuário decida quantos agrupamentos deve haver com antecedência. A escolha do número de grupos é subjetiva; é um equilíbrio entre ter mais dados por grupo e, mais grupos com que representar a variação dentro da floresta. Com representações visuais, usando os valores das variáveis características, é possível prover julgamento subjetivo sobre a utilidade do agrupamento. Isto é fácil com 2 variáveis, porém, nenhum julgamento subjetivo foi empreendido nesta análise, o total de 5 grupos foram tomados com base no equilíbrio acima e na facilidade de nominação dos mesmos (Tabela 48).

Dez agrupamentos foram definidos nos estudos prévios de PHILLIPS et al. (2001, 2002). Entretanto, nos dez grupos ficou confuso separar as características de crescimento e ecológicas das espécies.

Os 52 grupos taxonômicos (espécies) que tinham pelo menos 50 árvores registradas nos dados, usados para fazer os agrupamentos, responderam por 25.237 medidas de crescimento (Tabela 48).

#### 4.2.2 Análise Discriminante: Espécies menos Populosas

As espécies com pelo menos 10 observações e menos que cinquenta foram acrescentadas aos grupos existentes usando as mesmas variáveis do agrupamento das espécies mais populosas, em uma análise de discriminante.

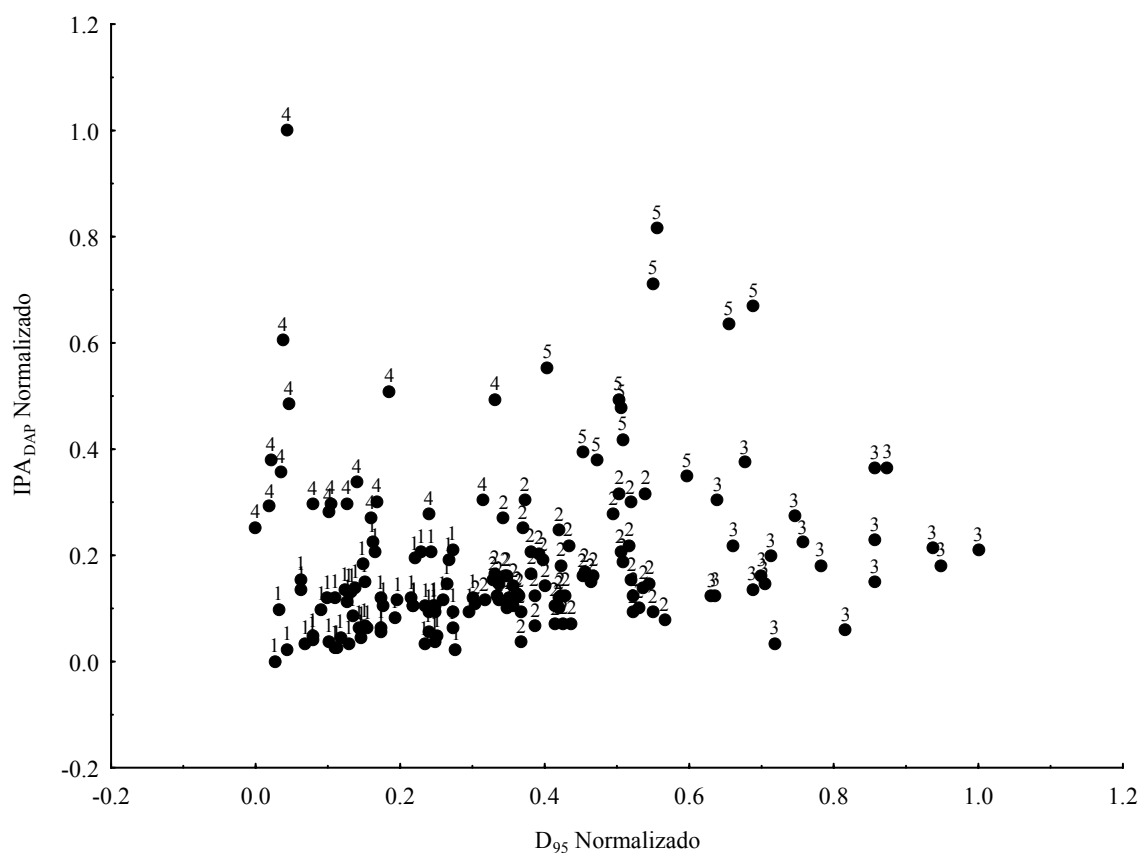
Os 116 grupos taxonômicos (espécies) que tinham pelo menos 10 e menos de 50 árvores nos dados, que foram acrescentados aos grupos existentes, responderam por 10.016 medidas de crescimento. Depois deste processo, 35.253 observações de crescimento puderam ser designadas a um dos 5 agrupamentos de espécies, 168 grupos taxonômicos (Figura 28).

TABELA 48 - DESCRIÇÃO DOS CINCO GRUPOS DERIVADOS DAS ESPÉCIES MAIS POPULOSAS ( $N \geq 50$ ) NA FLORESTA DO JARÍ

| G     | NOME  | $N_t$ | $N_t$ (%) | $N_s$ | $N_{IPA}$ | $P_{95}$ | $sP_{95}$ | $\overline{IPA}$ | $sIPA$ |
|-------|---|-------|-----------|-------|-----------|----------|-----------|------------------|--------|
| 1     | Crescimento muito lento, dossel inferior      | 2080  | 32,16     | 23    | 7251      | 41,70    | 0,0828    | 0,22             | 0,0033 |
| 2     | Crescimento lento, dossel médio               | 2995  | 46,30     | 18    | 13149     | 59,70    | 0,1128    | 0,25             | 0,0024 |
| 3     | Crescimento moderado, Emergentes – climácicas | 854   | 13,20     | 7     | 3559      | 92,20    | 0,3782    | 0,34             | 0,0058 |
| 4     | Crescimento rápido, dossel médio              | 435   | 6,73      | 3     | 957       | 67,40    | 0,5082    | 0,82             | 0,0203 |
| 5     | Crescimento muito rápido, dossel superior.    | 104   | 1,61      | 1     | 321       | 74,00    | 0,9255    | 1,41             | 0,0422 |
| TOTAL |   | 6468  | 100       | 52    | 25.237    |          |           |                  |        |

G é o número do grupo,  $P_{95}$  é o percentil 95 da distribuição acumulada de diâmetro (cm), IPA é o incremento periódico anual em diâmetro ( $\text{cm.ano}^{-1}$ ),  $N_t$  é o número de árvores,  $N_s$  é o número de espécies, em cada grupo,  $sIPA$  e  $sP_{95}$  desvios padrões.

FIGURA 28 - DISTRIBUIÇÃO DAS 168 ESPÉCIES NOS CINCO AGRUPAMENTOS FORMADOS



### 4.2.3 Estágio Subjetivo

As espécies restantes, não agrupadas, foram acrescentadas aos grupos existentes usando uma segunda análise discriminante associada à variável incremento médio anual. Esses dados foram usados na ausência de informações alternativas.

Trinta e seis espécies, noventa e seis árvores, representadas por somente uma medida de diâmetro durante os inventários, não puderam ser agrupadas pelo segundo discriminante. Estas espécies foram adicionadas aos grupos existentes com base em informações disponíveis na literatura.

Existem 37.855 medidas de crescimento nos dados. As 219 espécies com menos de dez árvores que foram adicionadas aos grupos existentes contribuíram com 2.602 taxas de crescimento e 698 árvores. Após este processo 37.855 taxas de crescimento foram encontradas nos cinco agrupamentos, 381 espécies (Tabela 49).

TABELA 49 – DESIGNAÇÃO FINAL DAS ESPÉCIES PARA OS DIFERENTES GRUPOS DE INCREMENTO EM DIÂMETRO PARA FLORESTA DO JARÍ SUBMETIDA A TREZE REGIMES DE MANEJO.

| G     | NOME  | N <sub>t</sub> | N <sub>t</sub> (%) | N <sub>s</sub> | N <sub>IPA</sub> | P <sub>95</sub> | sP <sub>95</sub> | $\overline{IPA}$ | sIPA   |
|-------|---|----------------|--------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| 1     | Crescimento muito lento, dossel inferior      | 3125           | 31,70              | 136            | 11531            | 42,70           | 0,0754           | 0,20             | 0,0024 |
| 2     | Crescimento lento, dossel médio               | 3918           | 39,74              | 68             | 17105            | 60,00           | 0,1000           | 0,27             | 0,0022 |
| 3     | Crescimento moderado, Emergentes – climácicas | 1266           | 12,84              | 52             | 5350             | 91,10           | 0,3162           | 0,34             | 0,0049 |
| 4     | Crescimento rápido, dossel médio              | 995            | 10,09              | 96             | 2145             | 71,40           | 0,3999           | 0,54             | 0,0105 |
| 5     | Crescimento muito rápido, dossel superior     | 555            | 5,63               | 29             | 1724             | 72,50           | 0,4164           | 0,95             | 0,0167 |
| TOTAL |   | 9859           | 100,00             | 381            | 37.855           |                 |                  |                  |        |

G é o número do grupo, P<sub>95</sub> é o percentil 95 da distribuição acumulada de diâmetro (cm), IPA é o incremento periódico anual em diâmetro (cm.ano<sup>-1</sup>), N<sub>t</sub> é o número de árvores, N<sub>s</sub> é o número de espécies, em cada grupo, sIPA e sP<sub>95</sub> desvios padrões.

### 4.2.4 Espécies Dominantes em cada Grupo

Os resultados corresponderam às expectativas, principalmente, para os grupos 3 e 5, com respeito às espécies que os formam, dominados por espécies de

valor comercial, de crescimento moderado, clímax a crescimento muito rápido.

O grupo 4 é composto principalmente de espécies pioneiras de rápido crescimento e vida curta.

A espécie *Jacaranda copaia* que pode se tornar muito mais comum em paisagens fortemente perturbadas por atividade humana ou fenômenos naturais (FINEGAN, 1992) é considerada pioneira de vida longa e de rápido crescimento (PHILLIPS et al., 2002). Aqui, esta espécie foi considerada de crescimento muito lento e pertencente ao dossel inferior, sugerindo que alguns ajustes precisam ser feitos para algumas espécies.

Grupo 1: *Protium sagotianum*, *Eschweilera coriacea*, *Eschweilera amazonica*, *Drypetes variabilis*, *Protium opacum*, *Anaxagorea dolichocarpa*, *Rinorea guianensis*, *Jacaranda copaia*, *Inga* spp., *Aniba albescens*, *Pithecellobium cochleatum*, *Duguetia surinamensis*, *Guatteria poeppigiana*, *Ocotea dissimilis*, *Eschweilera fracta*, *Diplotropis purpurea*, *Cecropia obtusa*, *Couratari guianensis*, *Eschweilera subglandulosa*, *Lecythis usitata*, *Cordia goeldiana*, *Hymenaea intermedia*, *Vataireopsis speciosa*, *Calophyllum brasiliensis*, *Maquira sclerophylla* e *Virola calophylla*.

Grupo 2: *Geissospermum sericeum*, *Eschweilera jurunensis*, *Minquartia guianensis*, *Micropholis guianensis*, *Ocotea douradensis*, *Virola michelli*, *Lecythis poitequi*, *Mouriri callocarpa*, *Nectandra myriantha*, *Gustavia hexapetala*, *Syzygiopsis pachycarpa*, *Pouteria macrocarpa*, *Mezilaurus lindaviana*, *Chimarrhis turbinata*, *Priourella preurii*, *Trattinickia rhoifolia*, *Chamaecrista bahiae*, *Apeiba burchellii*, *Symphonia globulifera*, *Tabebuia serratifolia*, *Carapa guianensis*, *Dialium guianensis*, *Marmaroxylon racemosum*, *Licaria canella*, *Dipteryx magnífica*, *Qualea paraensis*, *Aniba fragans*, *Persea jariensis* e *Aniba canellila*.

Grupo 3: *Manilkara huberi*, *Goupia glabra*, *Syzygiopsis oppositifolia*, *Manilkara bidentada*, *Dipteryx odorata*, *Pseudopiptadenia psilostachya*, *Terminalia argentea*, *Endopleura uch*, *Sloanea obtusa*, *Brosimum acutifolium*, *Hymenaea courbaril*, *Bowdichia nitida*, *Swartzia racemosa*, *Terminalia amazônica*,

*Aspidosperma spruceana*, *Dimorphandra gardneriana* e *Copaifera martii*.

Grupo 4: *Cecropia sciadophylla*, *Inga paraensis*, *Inga heterophylla*, *Xylopia nitida*, *Pourouma vilosa*, *Simaruba amara*, *Lecythis lúrida*, *Ormosia flava*, *Tetragastris altíssima*, *Swartzia polyphylla*, *Enterolobium schomburgkii*, *Martiodendron parviflorum*, *Miconia surinamensis*, *Malouetia duckey*, *Emmotum fagifolium*, *Clarisia racemosa*, *Inga capitata*, *Inga rubiginosa*, *Pouteria crassifolia*, *Aspidosperma carapanauba*, *Hymenolobium excelsum*, *Dinizia excelsa*, *Tachigalia paraensis* e *Bertholletia excelsa*.

Grupo 5: *Sclerolobium tinctorium*, *Tachigalia myrmecophyla*, *Inga alba*, *Qualea albiflora*, *Parkia ulei*, *Tapirira guianensis*, *Parkia decussata*, *Macoubea guianensis*, *Parkia oppositifolia*, *Sclerolobium melanocarpum*, *Stryphnodendron pulcherrimum*, *Osteophloeum platyspermum*, *Cassia spruceana*, *Protium hostmannii*, *Trattinickia burserifolia*, *Dimorphandra surtifolia*, *Sclerolobium paraense* e *Ocotea sprucei*.

A relação completa das espécies por agrupamento ecológico, o incremento periódico médio anual e o processo de agrupamento é mostrado no Apêndice 3.

#### 4.2.5 Influência dos Tratamentos no Agrupamento de Espécies

O fraco efeito dos tratamentos silviculturais nos padrões dinâmicos desta floresta também pode ser notado no agrupamento de espécies (Tabela 50). Os números totais de espécies incluídas nesta análise foram similar para cada tratamento, à exceção da testemunha (T0), mas as proporções de espécies em cada grupo de incremento de diâmetro variou entre o tratamento T0 e os demais tratamentos: 38,26% das espécies do tratamento controle foram designadas, por exemplo, para grupo de incremento de diâmetro muito lento, mas para as espécies sob tratamentos de exploração/desbastes estes valores variaram de 28,65 a 36,94%. Semelhantemente, enquanto que a proporção de espécies no tratamento T0 foi maior no Grupo 1, para os demais tratamentos, sob exploração e refinamento/liberação, a proporção maior foi para o

## Grupo 2.

A soma das proporções das espécies nos grupos de incremento moderado, rápido e muito rápido foi de 24,18% para o controle e 27,27%, 30,68%, 30,22%, para as espécies sob tratamento leve, médio e pesado, respectivamente.

O número de espécies de crescimento muito lento, critério para inclusão nos agrupamentos, foi reduzido pelos tratamentos silviculturas.

Embora as proporções de espécies em diferentes grupos de incremento de diâmetro diferiram entre tratamentos, estes foram semelhantes no tamanho e proporção do grupo de incrementos moderado e muito rápido.

TABELA 50 - NÚMERO E PROPORÇÕES DE ESPÉCIES EM CADA AGRUPAMENTO ECOLÓGICO DE ESPÉCIES POR TRATAMENTO SILVICULTURAL

| Grupo | NÚMERO E PROPORÇÃO DE ESPÉCIES POR TRATAMENTO |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|-------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|       | T0  | T1             | T2             | T3             | T4             | T5             | T6             | T7             | T8             | T9             | T10            | T11            | T12            |
| 1     | 386<br>(38,26)                                | 270<br>(36,94) | 228<br>(31,45) | 208<br>(28,49) | 222<br>(29,88) | 223<br>(30,30) | 211<br>(28,71) | 212<br>(28,65) | 241<br>(32,74) | 235<br>(30,52) | 262<br>(35,12) | 228<br>(29,27) | 224<br>(28,90) |
| 2     | 379<br>(37,56)                                | 278<br>(38,03) | 301<br>(41,52) | 317<br>(43,42) | 306<br>(41,18) | 276<br>(37,50) | 280<br>(38,10) | 310<br>(41,89) | 290<br>(39,40) | 315<br>(40,91) | 234<br>(31,37) | 320<br>(41,08) | 325<br>(41,94) |
| 3     | 123<br>(12,19)                                | 90<br>(12,31)  | 90<br>(12,41)  | 100<br>(13,70) | 96<br>(12,92)  | 104<br>(14,13) | 92<br>(12,52)  | 107<br>(14,46) | 93<br>(12,64)  | 91<br>(11,82)  | 98<br>(13,14)  | 97<br>(12,45)  | 89<br>(11,48)  |
| 4     | 67<br>(6,64)                                  | 60<br>(8,21)   | 65<br>(8,97)   | 62<br>(8,49)   | 77<br>(10,36)  | 101<br>(13,72) | 94<br>(12,79)  | 72<br>(9,73)   | 70<br>(9,51)   | 73<br>(9,48)   | 112<br>(15,01) | 93<br>(11,94)  | 92<br>(11,87)  |
| 5     | 54<br>(5,35)                                  | 33<br>(4,51)   | 41<br>(5,66)   | 43<br>(5,89)   | 42<br>(5,65)   | 32<br>(4,35)   | 58<br>(7,89)   | 39<br>(5,27)   | 42<br>(5,71)   | 56<br>(7,27)   | 40<br>(5,36)   | 41<br>(5,26)   | 45<br>(5,81)   |
| Total | 1009<br>(100)                                 | 731<br>(100)   | 725<br>(100)   | 730<br>(100)   | 743<br>(100)   | 736<br>(100)   | 735<br>(100)   | 740<br>(100)   | 736<br>(100)   | 770<br>(100)   | 746<br>(100)   | 779<br>(100)   | 775<br>(100)   |

Os tratamentos foram significativamente diferentes em relação aos incrementos dentro dos grupos pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 51).

Observa-se que nos grupos de incrementos muito lento e lento, o povoamento sem interferência mostrou as menores médias, estatisticamente diferente dos demais tratamentos.

Nos grupos de incrementos moderado, rápido e muito rápido, as médias foram muito similares e não diferiram estatisticamente do povoamento sem



interferência.

Seguiu-se VANCLAY (1994), ALDER (1995) e PHILLIPS (2001), na busca de uma classificação, não subjetiva, de espécies com base no incremento em diâmetro observado e alguma medida de tamanho, neste caso, o percentil 95% da distribuição cumulativa dos diâmetros.

TABELA 51 - VARIAÇÃO DA TAXA DE CRESCIMENTO, POR TRATAMENTO PARA CADA AGRUPAMENTO. VALORES SEGUIDOS DA MESMA LETRA PARA O MESMO GRUPO NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY AO NÍVEL 1% DE PROBABILIDADE

| TRATAMENTO | GRUPO 1 | GRUPO 2  | GRUPO 3 | GRUPO 4 | GRUPO 5 |
|------------|---------|----------|---------|---------|---------|
| 0          | 0,13 c  | 0,18 e   | 0,32 ab | 0,41 b  | 0,86 ab |
| 1          | 0,18 b  | 0,24 cd  | 0,32 ab | 0,56 ab | 0,93 ab |
| 4          | 0,19 b  | 0,23 d   | 0,33 ab | 0,43 b  | 1,01 ab |
| 6          | 0,19 b  | 0,29 ab  | 0,37 ab | 0,66 a  | 0,98 ab |
| 5          | 0,21 ab | 0,26 bcd | 0,31 b  | 0,56 ab | 1,12 a  |
| 8          | 0,21 ab | 0,28 abc | 0,34 ab | 0,64 a  | 1,04 ab |
| 2          | 0,22 ab | 0,29 ab  | 0,34 ab | 0,45 ab | 0,78 b  |
| 3          | 0,22 ab | 0,26 bcd | 0,36 ab | 0,54 ab | 0,87 ab |
| 7          | 0,22 ab | 0,28 abc | 0,31 ab | 0,58 ab | 1,01 ab |
| 11         | 0,22 ab | 0,29 ab  | 0,39 ab | 0,57 ab | 1,05 ab |
| 9          | 0,23 ab | 0,31 a   | 0,32 ab | 0,58 ab | 0,85 ab |
| 10         | 0,25 a  | 0,30 ab  | 0,41 a  | 0,53 ab | 1,10 ab |
| 12         | 0,25 a  | 0,30 ab  | 0,35 ab | 0,57 ab | 1,01 ab |

Na Figura 29 é mostrada a variação do ingresso por intervalo de monitoramento para cada agrupamento ecológico de espécies.

Os maiores valores de ingresso e mortalidade são observados nos grupos 1 e 2, Crescimento muito lento, dossel inferior e Crescimento lento, dossel médio, respectivamente. Tanto o ingresso quanto a mortalidade podem ser explicados pela atividade de exploração e tratamentos silviculturais.

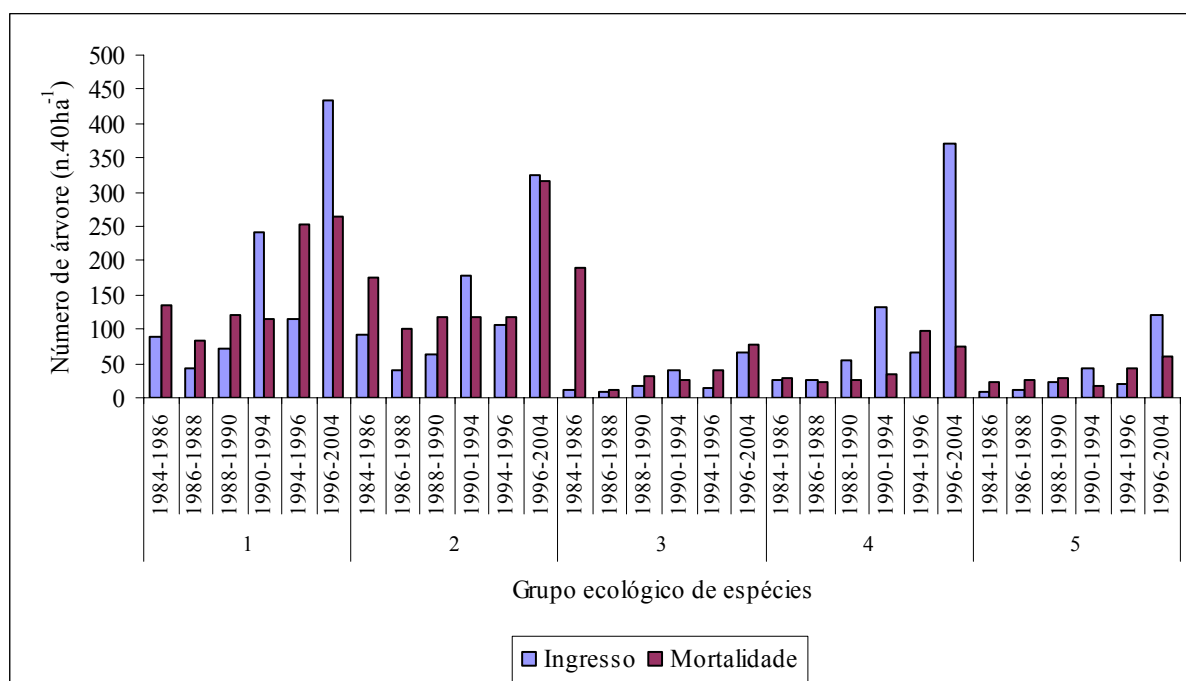
Na exploração florestal, a abertura do dossel, causada pela queda das árvores vivas, parece ter favorecido o crescimento das árvores destes dois grupos que, geralmente, ocupam os estratos inferior e médio da floresta durante muito tempo a espera de condições de luminosidade ideais para o seu crescimento.

Na exploração florestal a queda da árvore é brusca e causa danos e morte no

povoamento remanescente, principalmente, nos extratos inferior e médio (grupos 1 e 2).

O crescimento de espécies pioneiras (Grupo 4) não foi favorecido pela exploração. O grande número de árvores mortas que se observa no período 1984-1986 para o Grupo 3 se deve à exploração florestal de espécies comerciais que predominam neste grupo.

FIGURA 29 – INGRESSO E MORTALIDADE NOS CINCO AGRUPAMENTOS FORMADOS POR INTERVALO DE MONITORAMENTO PARA OS 40 HECTARES AMOSTRADOS NA FLORESTA DA JARI



O agrupamento de espécies apresentado deve ser considerado preliminar. Apesar de não ser curto o período de estudo (vinte anos), é relativamente pequeno o tamanho da amostra para muitas espécies e muito variável os períodos de monitoramento, o que pode reduzir a precisão e acuracidade das taxas de crescimento das espécies. Além disso, taxas de crescimento em florestas manejadas são esperadas variar em relação ao tempo desde a perturbação, colheita ou tratamento silvicultural (ALDER, 1995).

Com respeito às posições relativas das espécies nos agrupamentos e a autocorrelação das taxas de crescimento medidas em períodos de tempo sucessivos (SWAINE et al., 1987a) sugerem que embora os incrementos absolutos possam variar com o passar do tempo, mudanças na posição das espécies são improváveis.

Tamanho de amostras pequeno, para algumas espécies, é difícil de evitar usando parcelas permanentes padrões de 1,0 ha. Uma proporção grande das espécies é representada por poucos ou um único indivíduo, de forma que, parcelas maiores ou censos de áreas grandes podem ser mais eficientes no desenvolvimento dos agrupamentos.

Não existe consenso sobre os parâmetros a serem usados no agrupamento de espécies, contudo o método de análise de agrupamento (cluster analysis) foi bastante eficiente na formação dos grupos. Formação dos grupos com base na alto-freqüência das espécies assegurou que, a distinção entre grupos de espécies, refletiu diferenças reais. Agruparam-se 427 espécies em 5 grupos.

#### 4.3 EFEITO DA EXTRAÇÃO DE MADEIRA E DE TRATAMENTOS SILVICULTURAIS NA PROJEÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA COM BASE EM EQUAÇÕES DIFERENCIAIS

##### 4.3.1 Ingresso

Testaram-se vários modelos, combinando-se ou não as variáveis independentes, área basal e número de árvores por hectare (MOSER, 1967; EK, 1974; DAVIDSON et al., 1989; BUONGIORNO; MICHIE, 1980), considerando-se a possibilidade de utilização de uma ou outra ou ambas na estimativa do ingresso por hectare.

De acordo com as estatísticas apresentadas, o melhor modelo para estimativa mais precisa do ingresso, foi dado pela equação a seguir, com a inclusão da variável intervalo de tempo ( $\Delta_T$ ) entre as medições.

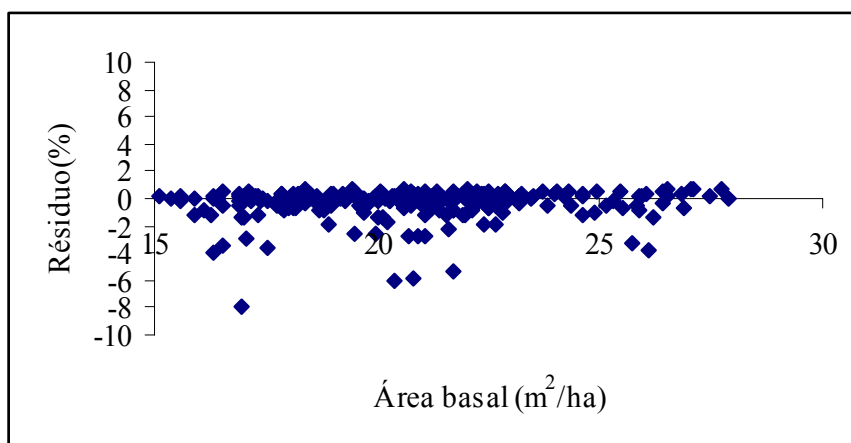
$$Y_0(t) = 9,27484 - 0,467592G - 0,00804854N + 4,14433\Delta_T$$

$$R^2_{ajustado} = 78,30\% \quad S_{yx}(\%) = 43,52 \quad F(3,230) = 281,19 \quad (p = 0,0000)$$

A análise desta equação permite concluir que o ingresso será maior em povoamentos com menor número de árvores - essas com menor diâmetro – e quanto maior for o intervalo de tempo entre as medições. Todos os coeficientes foram significativos a 1% de probabilidade. Resultados anteriores mostraram que o ingresso variou significativamente somente em função do tempo.

Na figura 30, observa-se a distribuição gráfica dos resíduos em porcentagem para a equação acima. A equação apresenta resíduos próximo à linha de nulidade e bem distribuídos.

FIGURA 30 - DISTRIBUIÇÃO GRÁFICA DOS RESÍDUOS EM PORCENTAGEM PARA O MODELO  $Y_0 = 9,27484 - 0,467592G - 0,00804854N + 4,14433\Delta_T$



#### 4.3.2 Projeção da Distribuição Diamétrica

Os elementos da matriz de transição, para cada tratamento, foram determinados de acordo com BUONGIORNO e MICHIE (1980) com base nos dados observados em duas ocasiões diferentes (1984 e 1990). A matriz de transição foi estruturada considerando oito estados: estados 1 a 7, classes diamétricas com intervalos de 10 cm e estado 8, mortalidade (M). A transição de um estado  $i$  para outro (estado  $j$ ) significa o seguinte: uma árvore medida em 1984 ( $n_i$ ) pode, em 1990,

permanecer na mesma classe de diâmetro ou estado, mudar para uma ou mais classes seguintes ou morrer. A última classe diamétrica foi generalizada para  $DAP \geq 80$  cm; assim, no estado 7, os diâmetros podem variar de 80 cm até o maior diâmetro medido.

A Tabela 52 apresenta a transição, do ponto de vista absoluto, de um estado para outro, ocorrida durante o período 1984-1990, usando todas as observações das três repetições, 3 hectares, do Tratamento 4, que será apresentado em detalhes para exemplificar o uso do modelo.

TABELA 52 – NÚMERO DE ÁRVORES QUE MUDARAM DO ESTADO I PARA O ESTADO J, DURANTE O INTERVALO DE 6 ANOS, NO TRATAMENTO 4

| ESTADO j  | ESTADO i |     |    |    |    |    |           |
|-----------|----------|-----|----|----|----|----|-----------|
|           | 25       | 35  | 45 | 55 | 65 | 75 | $\geq 80$ |
| 25        | 209      | 0   | 0  | 0  | 0  | 0  | 0         |
| 35        | 27       | 105 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0         |
| 45        | 0        | 14  | 55 | 0  | 0  | 0  | 0         |
| 55        | 0        | 0   | 11 | 29 | 0  | 0  | 0         |
| 65        | 0        | 0   | 1  | 2  | 9  | 0  | 0         |
| 75        | 0        | 0   | 0  | 0  | 3  | 5  | 0         |
| $\geq 80$ | 0        | 0   | 0  | 0  | 0  | 2  | 8         |
| M         | 42       | 13  | 4  | 4  | 1  | 4  | 8         |
| $n_i$     | 278      | 132 | 71 | 35 | 13 | 11 | 16        |

A Tabela 53 apresenta a matriz de transição probabilística, criada a partir da Tabela 52. Agora, em bases probabilísticas, é mais fácil observar as chances de cada árvore em cada estado, seja para permanecer na mesma classe, mudar para uma ou mais classes adiante, ou morrer. De um modo geral, as árvores têm maiores probabilidades de permanecerem na mesma classe, principalmente considerando um período de apenas 6 anos. Em relação ao estado M (mortalidade) não é fácil definir um padrão. Este comportamento estocástico é típico da floresta tropical úmida, dificultando os trabalhos de modelagem da dinâmica da floresta, principalmente quando se usa modelos determinísticos. O recrutamento - quarenta e seis indivíduos - (100%) aconteceu na primeira classe de diâmetro ( $20\text{cm} \leq DAP < 30\text{cm}$ ).

TABELA 53 – MATRIZ DE TRANSIÇÃO PROBABILÍSTICA DO ESTADO  $i$  PARA O ESTADO  $j$ , DURANTE O INTERVALO DE 6 ANO, NO TRATAMENTO 4

| ESTADO j | ESTADO i |        |        |        |        |        |        |
|----------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|          | 25       | 35     | 45     | 55     | 65     | 75     | ≥ 80   |
| 25       | 0,7518   | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 35       | 0,0971   | 0,7955 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 45       | 0        | 0,1061 | 0,7746 | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 55       | 0        | 0      | 0,1690 | 0,8286 | 0      | 0      | 0      |
| 65       | 0        | 0      | 0      | 0,0571 | 0,6923 | 0      | 0      |
| 75       | 0        | 0      | 0      | 0      | 0,2308 | 0,4545 | 0      |
| ≥ 80     | 0        | 0      | 0      | 0      | 0      | 0,1818 | 0,5000 |
| M        | 0,1511   | 0,0985 | 0,0563 | 0,1143 | 0,0769 | 0,3636 | 0,5000 |

A dinâmica da população do Tratamento 04 está sumarizada na Tabela 54.

TABELA 54 – SUMARIZAÇÃO DA DINÂMICA DA POPULAÇÃO DO TRATAMENTO 4

| Classe DAP  | di (cm) | Gi (m <sup>2</sup> ) | Yi (n.ha <sup>-1</sup> ) | Colhidas (h <sub>i</sub> ) (n.ha <sup>-1</sup> ) | Yif (Yi - h <sub>i</sub> ) | Taxa de Migração para a Classe seguinte de DAP (decimal) | Mortalidade (decimal) |
|-------------|---------|----------------------|--------------------------|--|----------------------------|--|-----------------------|
| 20 – 29,9cm | 25      | 0,0491               | 92,67                    | 0,00   | 92,67                      | 0,10   | 0,15                  |
| 30 – 39,9cm | 35      | 0,0962               | 44,00                    | 0,00   | 44,00                      | 0,11   | 0,10                  |
| 40 – 49,9cm | 45      | 0,1590               | 23,67                    | 0,33   | 23,33                      | 0,17   | 0,06                  |
| 50 – 59,9cm | 55      | 0,2376               | 11,67                    | 0,00   | 11,67                      | 0,06   | 0,11                  |
| 60 – 69,9cm | 65      | 0,3318               | 4,33                     | 1,00   | 3,33                       | 0,23   | 0,08                  |
| 70 – 79,9cm | 75      | 0,4418               | 3,67                     | 1,00   | 2,67                       | 0,18   | 0,36                  |
| ≥ 80cm      | 80      | 0,5027               | 5,33                     | 0,67   | 4,67                       | 0,00   | 0,50                  |

Utilizando-se os dados da Tabela 54, o sistema de equações diferenciais que descreve a variação do número de árvores em cada classe de DAP ao longo do tempo pode ser formulado como segue:

$$\frac{dY_1}{dt} = Y_0 - (0,10 + 0,15)Y_1$$

$$\frac{dY_2}{dt} = 0,10Y_1 - (0,11 + 0,10)Y_2$$

$$\frac{dY_3}{dt} = 0,11Y_2 - (0,17 + 0,06)Y_3$$

$$\frac{dY_4}{dt} = 0,15Y_3 - (0,06 + 0,11)Y_4$$

$$\frac{dY_5}{dt} = 0,06Y_4 - (0,23 + 0,08)Y_5$$

$$\frac{dY_6}{dt} = 0,23Y_5 - (0,18 + 0,36)Y_6$$

$$\frac{dY_7}{dt} = 0,18Y_6 - 0,50Y_7$$

Reescrevendo a equação de ingresso em termos do número de árvores em cada classe de DAP, tem-se

$$Y_0 = 9,27484 - 0,467592(0,0491Y_1 + 0,0962Y_2 + 0,1590Y_3 + 0,2376Y_4 + 0,3318Y_5 + 0,4418Y_6 + 0,5027Y_7) - 0,00804854(Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7) + 4,14433(5,92)$$

$$Y_0 = 33,80 - 0,031001Y_1 - 0,053036Y_2 - 0,082416Y_3 - 0,119140Y_4 - 0,163210Y_5 - 0,214624Y_6 - 0,243086Y_7$$

Substituindo  $Y_0$  na primeira equação do sistema de equações diferenciais, tem-se

$$\frac{dY_1}{dt} = 33,80 - 0,281001Y_1 - 0,053036Y_2 - 0,082416Y_3 - 0,119140Y_4 - 0,163210Y_5 - 0,214624Y_6 - 0,243086Y_7$$

$$\frac{dY_2}{dt} = 0,10Y_1 - 0,21Y_2$$

$$\frac{dY_3}{dt} = 0,11Y_2 - 0,23Y_3$$

$$\frac{dY_4}{dt} = 0,15Y_3 - 0,17Y_4$$

$$\frac{dY_5}{dt} = 0,06Y_4 - 0,31Y_5$$

$$\frac{dY_6}{dt} = 0,23Y_5 - 0,54Y_6$$

$$\frac{dY_7}{dt} = 0,18Y_6 - 0,50Y_7$$

Utilizando-se a notação matricial, esse conjunto de equações poderá ser escrito como

$$\overline{Y'} = A\overline{Y} + \overline{b} \quad \text{em que}$$

$$A = \begin{bmatrix} -0,28100 & -0,053036 & -0,082416 & -0,11914 & -0,16321 & -0,214624 & -0,243085 \\ 0,10 & -0,21 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,11 & -0,23 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,15 & -0,17 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,06 & -0,31 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,23 & -0,54 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,18 & -0,050 \end{bmatrix}$$

$$\overline{Y} = \begin{bmatrix} Y_{1f} \\ Y_{2f} \\ Y_{3f} \\ Y_{4f} \\ Y_{5f} \\ Y_{6f} \\ Y_{7f} \end{bmatrix} \quad \overline{b} = \begin{bmatrix} 33,8 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

A determinação dos autovalores do sistema de equações diferenciais é feita desenvolvendo-se a equação 13. Para o presente estudo existem sete valores distintos de  $\lambda$  que satisfazem o sistema de equações:

$$\overline{\lambda} = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \\ \lambda_6 \\ \lambda_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0,12676558646513495104 + 0,095577400527342112619.I \\ -0,12676558646513495104 - 0,095577400527342112619.I \\ -0,27744921728056180065 + 0,12043774707705735068.I \\ -0,27744921728056180065 - 0,12043774707705735068.I \\ -0,4119046963516685673 \\ -0,47432468617115409312 \\ -0,546342200998578383628 \end{bmatrix}$$

A próxima etapa refere-se à determinação dos respectivos autovetores, que é feita mediante a aplicação da equação 12. Como a partir deste ponto as soluções são complexas e ocupam várias páginas, recomenda-se acompanhar as soluções apresentadas por RIBEIRO (1996), ZILL e CULLEN(2001) e ZILL (2003) que, para simplificar a formulação e análise do modelo, apresentaram soluções para a matriz real  $A$   $2 \times 2$ . O primeiro autor agrupou as árvores do povoamento em somente duas classes



diamétricas. No Apêndice 5 é apresentada a solução completa do modelo para o Tratamento 4 com ajuda do programa Maple.

Os vetores soluções do sistema foram obtidos pela aplicação da equação 16 e a solução homogênea para o sistema foi obtida empregando-se a equação 17. Com a aplicação da equação 18, temos a solução particular do sistema de equações diferenciais que representa os valores de equilíbrio, isto é, o número-limite de árvores nas respectivas classes diamétricas. Para o Tratamento 4, a situação de equilíbrio é dada por:

$$\bar{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \\ Y_5 \\ Y_6 \\ Y_7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 94,38 \\ 41,03 \\ 21,49 \\ 18,97 \\ 3,67 \\ 1,56 \\ 0,56 \end{bmatrix}$$

A solução geral do sistema foi obtida pela equação 19. Determinaram-se os valores das constantes  $c_1$  a  $c_7$  substituindo os valores impostos pelas condições iniciais do problema ( $Y_{if}$ ). Assume-se por conveniência, que o tempo para as condições iniciais do povoamento seja o momento zero, isto é,  $t_0 = 0$ . Finalmente, o número de árvores em cada classe de DAP, para qualquer ponto no tempo, pode ser determinado como descrito em detalhes no Apêndice 5.

Assim, a evolução da distribuição diamétrica, para cada tratamento, pode ser adequadamente formulada e resolvida como um sistema de equações diferenciais de primeira ordem. Para cada classe de diâmetro é montada uma equação diferencial, que reflete a taxa líquida de variação no número de árvores, para o intervalo de tempo de 5,92 anos. Essa taxa líquida é a diferença algébrica entre o número de indivíduos ingressando em cada classe menos o número de indivíduos que deixaram essa mesma classe no intervalo de tempo considerado.

A solução do sistema de equações diferenciais conduz a equações

individuais, que descrevem o número de árvores em cada classe diamétrica como uma função do tempo. As situações de manejo (extração de madeira), representadas pelas quantidades de indivíduos removidos de cada classe de diâmetro ( $h_i$ ) foi incorporado ao modelo.

Como observado, o sistema de equações diferenciais de primeira ordem, mantém a simplicidade de abordagem dos problemas inerente aos modelos baseados em matrizes de transição, apresentando a vantagem adicional de permitir a obtenção dos valores das variáveis do sistema em qualquer ponto no tempo, não se restringindo a intervalos múltiplos do intervalo original usado na derivação da matriz de transição.

Neste estudo fez coincidir os períodos de projeção com as observações reais de campo (1984, 1986, 1988, 1990, 1994, 1996 e 2004). Na Tabela 55 são apresentados os valores observados e estimados com o uso do modelo para cada tratamento.

Observa-se na tabela que todos os tratamentos apresentam um ponto de equilíbrio. Como todo autovalor real de A e todo autovalor complexo de A tem parte real negativa, para cada tratamento, o ponto de equilíbrio é assintoticamente estável (ZILL e CULLEN, 2001). A tradicional forma de J invertido para distribuição dos diâmetros, neste ponto, é mantida.

Os valores preditos,  $\hat{Y}_i$  sumarizados na Tabela 55 representa a capacidade do sistema de equações de estimar futuros estados do povoamento.

Para os valores preditos ocorrem discrepâncias com o aumento no decorrer do tempo. Isto ocorre em função, primeiro, do ingresso e do crescimento de seguir rigorosamente as condições iniciais observadas e, segundo, as discrepâncias resultantes da mortalidade de árvores. É óbvio que a mortalidade em função dos primeiros 6 anos, devido a extração madeireira, foi muito maior que nos 14 anos remanescentes.

O sistema de equações diferenciais estima com acurácia valores para o número de árvores nas projeções feitas até os anos 4 (1988) a 6 (1990), entretanto, afasta-se da realidade, principalmente, para as projeções realizadas para 20 anos

(2004). Ocorrem estimativas reais para classes intermediárias de diâmetros e também para determinado ano e tratamento.

Por este motivo evitaram-se projeções ao longo prazo que, em muitas circunstâncias, não são realísticas e introduzem muita subjetividade, além do que, dificilmente são comparadas aos dados reais.

A principal causa do decréscimo da acurácia com o passar do tempo é inerente à natureza do modelo. Outras importantes origens dos erros estão no intervalo de tempo ( $\cong 6$  anos) para estimar eventos tais como a mortalidade de grandes árvores, o qual ocorre esporadicamente e provavelmente não aleatoriamente no tempo e no espaço e na inclusão (exclusão) de perturbações.

EK (1974) e MOSER (1972) também tiveram dificuldades com projeções de longo prazo (20 anos), principalmente, nas classes de maior tamanho. As projeções de longo prazo acumulam facilmente mais erros.

Este ceticismo, não necessariamente invalida todas as predições, pelo contrário, isto indica a necessidade de ficar atento a possíveis origens de erros nos parâmetros usados no modelo, derivados da matriz de transição, e para incorporação de informações adicionais no processo de predição, como por exemplo, redução do número de árvores mortas devido aos tratamentos silviculturais.

A exatidão das predições sobre vários períodos depende de uma boa estimativa, que, por sua vez, depende da suficiência de dados para todas as classes de diâmetro (BRUNER; MOSER, 1973).

Os sistemas de equações foram desenvolvidos de uma série histórica de dados sujeita a treze diferentes tratamentos, que foi desde a floresta sem interferência a diferentes níveis de redução de área basal, que constituiu os outros tratamentos.

Os tratamentos silviculturais aplicados em 1994 que causaram a morte de árvores em 1996 e 2004 (Tabela 56), não foram considerados na formulação do modelo. Uma forma de ajustar os dados estimados aos dados observados em 1996 e 2004 é remover dos valores estimados a fração de árvores mortas em consequência da aplicação do refinamento/liberação.

TABELA 55 – EVOLUÇÃO NO NÚMERO DE ÁRVORES OBSERVADO( $Y_{if}$ ) E PROJETADO( $\hat{Y}_i$ ) EM 1984, 1986, 1988, 1990, 1994, 1996 E 2004, POR HECTARE, POR TRATAMENTO E POR CLASSE DE DIÂMETRO

| Trat | Classes | 1984  |       |          |             | 1986  |             | 1988  |             | 1990  |             | 1994  |             | 1996  |             | 2004  |             | Equilíbrio |
|------|---------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|------------|
|      |         | $Y_i$ | $h_i$ | $Y_{if}$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ |            |
| 0    | 1       | 95,25 | 0,00  | 95,25    | 95,25       | 99,00 | 101,95      | 94,00 | 106,09      | 89,00 | 108,42      | 91,75 | 109,56      | 92,25 | 109,04      | 96,50 | 104,23      | 95,65      |
|      | 2       | 42,75 | 0,00  | 42,75    | 42,75       | 44,50 | 51,23       | 46,50 | 58,84       | 46,50 | 65,39       | 48,00 | 75,19       | 48,50 | 78,59       | 43,00 | 84,83       | 79,71      |
|      | 3       | 25,00 | 0,00  | 25,00    | 25,00       | 24,50 | 24,70       | 25,25 | 25,33       | 24,75 | 26,57       | 25,25 | 29,98       | 24,50 | 31,80       | 25,50 | 37,79       | 39,85      |
|      | 4       | 14,75 | 0,00  | 14,75    | 14,75       | 13,50 | 13,56       | 12,75 | 12,80       | 14,00 | 12,43       | 15,50 | 12,63       | 15,75 | 13,06       | 13,75 | 15,49       | 17,93      |
|      | 5       | 7,25  | 0,00  | 7,25     | 7,25        | 8,00  | 8,74        | 9,25  | 9,56        | 8,25  | 10,00       | 7,75  | 10,49       | 8,00  | 10,73       | 9,75  | 12,28       | 15,82      |
|      | 6       | 4,00  | 0,00  | 4,00     | 4,00        | 3,75  | 2,95        | 3,25  | 2,51        | 3,25  | 2,34        | 4,00  | 2,28        | 3,75  | 2,30        | 2,25  | 2,55        | 3,46       |
|      | 7       | 6,00  | 0,00  | 6,00     | 6,00        | 6,25  | 5,01        | 6,50  | 4,16        | 5,50  | 3,49        | 5,00  | 2,63        | 5,25  | 2,38        | 5,00  | 1,99        | 2,65       |
| 1    | 1       | 90,00 | 0,00  | 90,00    | 90,00       | 89,67 | 90,94       | 84,33 | 93,50       | 79,00 | 96,04       | 81,33 | 99,52       | 82,00 | 100,48      | 93,00 | 101,68      | 101,44     |
|      | 2       | 42,67 | 0,00  | 42,67    | 42,67       | 42,33 | 44,19       | 43,67 | 45,57       | 43,67 | 46,95       | 45,67 | 49,47       | 45,67 | 50,48       | 43,33 | 52,68       | 53,39      |
|      | 3       | 19,33 | 0,33  | 19,00    | 19,00       | 16,67 | 15,01       | 17,00 | 12,97       | 16,67 | 12,00       | 20,00 | 11,52       | 20,00 | 11,59       | 23,33 | 12,13       | 12,46      |
|      | 4       | 15,33 | 1,33  | 14,00    | 14,00       | 16,00 | 13,92       | 16,00 | 13,19       | 15,33 | 12,33       | 14,67 | 10,97       | 14,33 | 10,55       | 13,00 | 10,01       | 10,26      |
|      | 5       | 8,33  | 1,33  | 7,00     | 7,00        | 6,00  | 3,92        | 6,33  | 2,51        | 5,67  | 1,82        | 6,33  | 1,28        | 7,00  | 1,17        | 8,67  | 1,01        | 1,03       |
|      | 6       | 5,67  | 0,00  | 5,67     | 5,67        | 4,00  | 2,73        | 3,67  | 1,38        | 4,00  | 0,75        | 4,00  | 0,32        | 3,00  | 0,25        | 3,33  | 0,18        | 0,17       |
|      | 7       | 5,33  | 0,67  | 4,67     | 4,67        | 5,00  | 2,86        | 4,67  | 1,70        | 3,67  | 1,01        | 4,00  | 0,35        | 5,00  | 0,21        | 5,67  | 0,05        | 0,03       |
| 2    | 1       | 95,00 | 0,00  | 95,00    | 95,00       | 97,33 | 97,99       | 94,67 | 100,73      | 92,67 | 103,64      | 90,67 | 106,64      | 77,67 | 107,51      | 80,00 | 108,26      | 107,44     |
|      | 2       | 35,67 | 0,00  | 35,00    | 35,00       | 35,00 | 40,21       | 36,00 | 47,85       | 37,33 | 47,85       | 40,00 | 52,19       | 37,67 | 53,39       | 46,33 | 54,62       | 53,72      |
|      | 3       | 19,67 | 0,33  | 20,00    | 20,00       | 20,00 | 21,41       | 21,00 | 24,67       | 20,00 | 24,67       | 20,33 | 26,89       | 20,00 | 27,55       | 20,00 | 28,26       | 27,79      |
|      | 4       | 11,33 | 0,33  | 11,00    | 11,00       | 10,00 | 11,14       | 9,33  | 11,60       | 10,33 | 11,60       | 11,00 | 12,02       | 9,00  | 12,15       | 11,00 | 12,26       | 12,11      |
|      | 5       | 7,67  | 1,00  | 6,67     | 6,67        | 8,00  | 8,21        | 8,00  | 8,96        | 7,67  | 8,96        | 7,00  | 8,81        | 7,00  | 8,70        | 7,00  | 8,46        | 8,48       |
|      | 6       | 5,00  | 0,00  | 5,00     | 5,00        | 4,00  | 3,93        | 4,00  | 3,47        | 4,33  | 3,47        | 4,33  | 3,28        | 4,00  | 3,21        | 3,33  | 3,08        | 3,13       |
|      | 7       | 5,67  | 0,67  | 5,00     | 5,00        | 5,00  | 3,67        | 4,67  | 2,07        | 4,33  | 2,07        | 5,00  | 1,44        | 4,33  | 1,31        | 4,33  | 1,27        | 1,40       |
| 3    | 1       | 81,00 | 0,00  | 81,00    | 81,00       | 81,67 | 89,48       | 78,33 | 95,31       | 75,67 | 99,02       | 80,00 | 102,14      | 72,33 | 102,37      | 83,00 | 100,22      | 96,96      |
|      | 2       | 39,33 | 0,00  | 39,33    | 39,33       | 39,00 | 41,34       | 40,00 | 43,95       | 39,67 | 46,49       | 42,67 | 50,28       | 41,00 | 51,43       | 40,67 | 52,56       | 50,59      |
|      | 3       | 20,00 | 0,00  | 20,00    | 20,00       | 19,67 | 20,38       | 19,00 | 21,11       | 20,00 | 22,08       | 22,00 | 24,19       | 22,33 | 25,09       | 21,67 | 26,99       | 26,30      |
|      | 4       | 11,67 | 0,67  | 11,00    | 11,00       | 12,00 | 13,32       | 13,00 | 15,27       | 13,33 | 17,00       | 13,67 | 20,11       | 11,00 | 21,52       | 12,00 | 25,90       | 28,50      |
|      | 5       | 9,00  | 1,00  | 8,00     | 8,00        | 9,00  | 5,66        | 7,67  | 4,75        | 6,67  | 4,53        | 7,00  | 4,89        | 6,33  | 5,21        | 5,67  | 6,47        | 7,54       |
|      | 6       | 5,33  | 0,67  | 4,67     | 4,67        | 4,67  | 3,61        | 5,33  | 2,80        | 5,33  | 2,31        | 5,33  | 2,00        | 4,67  | 2,03        | 3,33  | 2,46        | 3,06       |
|      | 7       | 8,67  | 0,67  | 8,00     | 8,00        | 7,33  | 6,35        | 7,33  | 5,03        | 7,33  | 3,99        | 7,00  | 2,57        | 6,67  | 2,11        | 5,67  | 1,27        | 1,22       |

TABELA 55 – CONTINUAÇÃO ...

| Trat | Classes | 1984           |                |                 |             | 1986           |             | 1988           |             | 1990           |             | 1994           |             | 1996           |             | 2004           |             | Equilíbrio |
|------|---------|----------------|----------------|-----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|------------|
|      |         | Y <sub>i</sub> | h <sub>i</sub> | Y <sub>if</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ |            |
| 4    | 1       | 92,67          | 0,00           | 92,67           | 92,67       | 92,00          | 93,08       | 90,00          | 93,86       | 85,00          | 94,48       | 82,00          | 94,79       | 80,33          | 94,75       | 90,67          | 94,44       | 94,38      |
|      | 2       | 44,00          | 0,00           | 44,00           | 44,00       | 42,00          | 42,65       | 42,33          | 41,91       | 44,00          | 41,56       | 46,00          | 41,33       | 46,00          | 41,28       | 47,00          | 41,13       | 41,03      |
|      | 3       | 23,67          | 0,33           | 23,33           | 23,33       | 21,67          | 14,21       | 22,67          | 22,15       | 23,00          | 22,49       | 24,00          | 22,01       | 21,67          | 21,88       | 22,67          | 21,63       | 21,49      |
|      | 4       | 11,67          | 0,00           | 11,67           | 11,67       | 12,67          | 2,97        | 13,00          | 15,94       | 13,33          | 17,09       | 13,00          | 18,34       | 12,33          | 18,62       | 11,67          | 19,02       | 18,79      |
|      | 5       | 4,33           | 1,00           | 3,33            | 3,33        | 4,67           | 2,97        | 4,33           | 2,96        | 4,33           | 3,08        | 5,67           | 3,35        | 4,67           | 3,46        | 7,33           | 3,65        | 3,67       |
|      | 6       | 3,67           | 1,00           | 2,67            | 2,67        | 2,00           | 1,77        | 3,00           | 1,43        | 3,33           | 1,34        | 2,67           | 1,39        | 3,00           | 1,34        | 1,67           | 1,54        | 1,56       |
|      | 7       | 5,33           | 0,67           | 4,67            | 4,67        | 3,33           | 2,19        | 2,67           | 1,16        | 2,67           | 0,73        | 3,33           | 0,52        | 3,00           | 0,51        | 3,67           | 0,55        | 0,56       |
| 5    | 1       | 78,00          | 0,00           | 78,00           | 78,00       | 80,00          | 86,26       | 74,67          | 93,14       | 72,00          | 98,32       | 81,67          | 104,49      | 83,67          | 106,10      | 95,33          | 108,15      | 108,10     |
|      | 2       | 43,33          | 0,00           | 43,33           | 43,33       | 39,67          | 34,06       | 36,67          | 30,73       | 36,33          | 30,04       | 37,00          | 31,02       | 37,33          | 31,63       | 40,67          | 32,88       | 33,03      |
|      | 3       | 22,33          | 0,33           | 22,00           | 22,00       | 19,33          | 19,30       | 21,33          | 16,72       | 20,67          | 15,05       | 20,33          | 13,88       | 20,00          | 13,86       | 22,67          | 14,36       | 14,57      |
|      | 4       | 11,33          | 2,00           | 9,33            | 9,33        | 11,67          | 10,70       | 12,00          | 10,54       | 12,33          | 9,83        | 13,33          | 8,63        | 12,67          | 8,35        | 12,67          | 8,30        | 8,50       |
|      | 5       | 6,67           | 1,00           | 5,67            | 5,67        | 5,00           | 3,76        | 5,00           | 3,20        | 5,00           | 2,91        | 5,67           | 2,50        | 6,33           | 2,37        | 8,00           | 2,26        | 2,32       |
|      | 6       | 4,33           | 0,67           | 3,67            | 3,67        | 3,00           | 2,03        | 3,33           | 1,25        | 2,67           | 0,89        | 2,67           | 0,62        | 2,67           | 0,56        | 4,00           | 0,49        | 0,50       |
|      | 7       | 7,33           | 1,33           | 6,00            | 6,00        | 5,33           | 3,49        | 5,33           | 2,03        | 5,33           | 1,21        | 5,67           | 0,51        | 5,67           | 0,37        | 4,67           | 0,22        | 0,21       |
| 6    | 1       | 76,33          | 0,00           | 76,33           | 76,33       | 75,67          | 83,77       | 73,33          | 89,53       | 71,67          | 93,50       | 72,67          | 97,33       | 70,33          | 98,40       | 90,67          | 99,02       | 98,75      |
|      | 2       | 42,33          | 0,00           | 42,33           | 42,33       | 39,00          | 39,61       | 40,67          | 39,09       | 40,33          | 39,61       | 45,33          | 41,32       | 40,33          | 42,04       | 40,67          | 43,35       | 43,45      |
|      | 3       | 17,67          | 0,67           | 17,00           | 17,00       | 18,33          | 17,27       | 18,67          | 17,14       | 17,67          | 17,10       | 18,67          | 17,45       | 19,00          | 17,74       | 19,00          | 18,58       | 18,83      |
|      | 4       | 13,33          | 0,67           | 12,67           | 12,67       | 10,67          | 9,36        | 11,00          | 7,74        | 11,00          | 6,94        | 9,33           | 6,41        | 9,00           | 6,38        | 11,00          | 6,63        | 6,80       |
|      | 5       | 4,67           | 2,00           | 2,67            | 2,67        | 4,33           | 2,26        | 4,00           | 1,85        | 3,67           | 1,56        | 4,67           | 1,27        | 3,67           | 1,23        | 4,33           | 1,22        | 1,26       |
|      | 6       | 5,67           | 0,00           | 5,67            | 5,67        | 3,67           | 3,13        | 3,67           | 1,98        | 4,33           | 1,40        | 4,00           | 0,92        | 3,67           | 0,83        | 2,67           | 0,75        | 0,78       |
|      | 7       | 5,67           | 2,33           | 3,33            | 3,33        | 3,33           | 1,62        | 3,33           | 0,82        | 3,33           | 0,44        | 3,67           | 0,18        | 4,00           | 0,14        | 4,33           | 0,10        | 0,10       |
| 7    | 1       | 78,33          | 0,00           | 78,33           | 78,33       | 75,67          | 86,85       | 74,00          | 93,80       | 75,00          | 99,04       | 82,00          | 105,29      | 77,67          | 106,91      | 74,67          | 108,80      | 108,35     |
|      | 2       | 43,67          | 0,33           | 43,33           | 43,33       | 42,00          | 40,00       | 40,67          | 38,97       | 41,33          | 39,19       | 45,33          | 40,91       | 43,67          | 41,82       | 43,67          | 43,94       | 44,33      |
|      | 3       | 22,00          | 0,33           | 21,67           | 21,67       | 21,33          | 21,27       | 21,67          | 20,66       | 22,00          | 20,22       | 21,00          | 20,13       | 20,67          | 20,35       | 21,00          | 21,49       | 22,16      |
|      | 4       | 16,00          | 1,33           | 14,67           | 14,67       | 15,33          | 10,96       | 13,67          | 8,85        | 13,00          | 7,62        | 11,33          | 6,51        | 9,67           | 6,31        | 9,67           | 6,34        | 6,65       |
|      | 5       | 7,67           | 0,67           | 7,00            | 7,00        | 6,33           | 4,46        | 6,67           | 3,13        | 6,00           | 2,41        | 6,67           | 1,79        | 7,00           | 1,66        | 5,33           | 1,57        | 1,67       |
|      | 6       | 4,33           | 0,33           | 4,00            | 4,00        | 4,00           | 3,43        | 4,33           | 2,60        | 4,33           | 1,95        | 4,00           | 1,24        | 4,33           | 1,07        | 5,33           | 0,89        | 0,94       |
|      | 7       | 5,33           | 1,33           | 4,00            | 4,00        | 3,67           | 2,40        | 3,67           | 1,58        | 3,67           | 1,10        | 4,00           | 0,60        | 4,00           | 0,47        | 3,33           | 0,32        | 0,32       |

TABELA 55 – CONTINUAÇÃO ...

| Trat | Classes | 1984           |                |                 |             | 1986           |             | 1988           |             | 1990           |             | 1994           |             | 1996           |             | 2004           |             | Equilíbrio |
|------|---------|----------------|----------------|-----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|------------|
|      |         | Y <sub>i</sub> | h <sub>i</sub> | Y <sub>if</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ | Y <sub>i</sub> | $\hat{Y}_i$ |            |
| 8    | 1       | 80,33          | 0,00           | 80,33           | 80,33       | 78,33          | 90,72       | 75,33          | 99,82       | 75,67          | 106,98      | 79,00          | 116,09      | 71,67          | 118,70      | 80,00          | 122,81      | 123,31     |
|      | 2       | 37,67          | 0,00           | 37,67           | 37,67       | 34,33          | 30,97       | 33,33          | 27,83       | 34,33          | 26,69       | 35,33          | 26,93       | 33,00          | 27,44       | 33,67          | 29,01       | 29,60      |
|      | 3       | 19,00          | 0,33           | 18,67           | 18,67       | 17,00          | 14,77       | 18,00          | 11,95       | 16,33          | 10,06       | 18,33          | 8,20        | 18,00          | 7,84        | 20,00          | 7,71        | 7,97       |
|      | 4       | 13,33          | 1,00           | 12,33           | 12,33       | 11,33          | 9,74        | 11,67          | 7,72        | 11,67          | 6,21        | 11,67          | 4,39        | 9,33           | 3,90        | 7,00           | 3,30        | 3,38       |
|      | 5       | 8,33           | 1,00           | 7,33            | 7,33        | 7,00           | 4,78        | 6,00           | 3,33        | 6,00           | 2,44        | 7,00           | 1,48        | 6,33           | 1,23        | 8,67           | 0,86        | 0,85       |
|      | 6       | 6,67           | 1,67           | 5,00            | 5,00        | 5,33           | 2,77        | 5,33           | 1,67        | 4,67           | 1,09        | 4,67           | 0,57        | 5,00           | 0,45        | 4,67           | 0,26        | 0,25       |
|      | 7       | 6,33           | 1,67           | 4,67            | 4,67        | 3,00           | 2,71        | 3,67           | 1,58        | 4,67           | 0,95        | 5,33           | 0,41        | 4,33           | 0,29        | 3,67           | 0,14        | 0,12       |
| 9    | 1       | 87,67          | 0,00           | 87,67           | 87,67       | 84,00          | 83,94       | 79,33          | 83,06       | 78,00          | 82,97       | 85,00          | 83,02       | 89,33          | 82,98       | 93,67          | 82,72       | 82,62      |
|      | 2       | 41,33          | 0,00           | 41,33           | 41,33       | 41,00          | 42,51       | 39,67          | 42,84       | 42,67          | 42,96       | 44,00          | 43,09       | 43,33          | 43,12       | 50,00          | 43,06       | 42,96      |
|      | 3       | 20,00          | 0,33           | 19,67           | 19,67       | 20,33          | 22,54       | 21,67          | 24,50       | 21,33          | 25,79       | 22,00          | 27,16       | 22,67          | 27,51       | 26,33          | 28,01       | 28,02      |
|      | 4       | 12,33          | 1,33           | 11,00           | 11,00       | 11,33          | 8,83        | 10,67          | 8,40        | 10,00          | 8,53        | 12,00          | 9,02        | 13,00          | 9,20        | 10,00          | 9,52        | 9,55       |
|      | 5       | 8,33           | 0,33           | 8,00            | 8,00        | 6,00           | 4,78        | 6,33           | 3,36        | 6,00           | 2,81        | 5,33           | 2,62        | 5,00           | 2,64        | 9,00           | 2,76        | 2,79       |
|      | 6       | 3,00           | 1,33           | 1,67            | 1,67        | 3,00           | 1,92        | 3,00           | 1,67        | 3,33           | 1,39        | 4,33           | 1,08        | 4,33           | 1,02        | 2,33           | 1,00        | 1,01       |
|      | 7       | 6,67           | 1,33           | 5,33            | 5,33        | 3,33           | 2,22        | 3,33           | 1,07        | 3,33           | 0,60        | 3,67           | 0,30        | 3,33           | 0,26        | 4,67           | 0,22        | 0,22       |
| 10   | 1       | 82,67          | 0,00           | 82,67           | 82,67       | 77,00          | 86,36       | 75,00          | 89,85       | 72,67          | 92,40       | 82,67          | 95,32       | 71,00          | 96,10       | 87,00          | 97,24       | 97,25      |
|      | 2       | 34,00          | 0,00           | 34,00           | 34,00       | 31,67          | 33,94       | 31,33          | 34,48       | 34,00          | 35,29       | 36,00          | 36,82       | 33,00          | 37,41       | 34,33          | 38,61       | 38,90      |
|      | 3       | 21,67          | 0,33           | 21,33           | 21,33       | 20,67          | 18,21       | 19,67          | 16,15       | 20,00          | 14,86       | 20,00          | 13,65       | 20,00          | 13,44       | 19,33          | 13,41       | 13,61      |
|      | 4       | 11,67          | 0,33           | 11,33           | 11,33       | 10,67          | 10,46       | 12,33          | 9,43        | 11,33          | 8,51        | 12,33          | 7,28        | 12,00          | 6,94        | 10,00          | 6,51        | 6,59       |
|      | 5       | 5,33           | 2,33           | 3,00            | 3,00        | 5,67           | 4,04        | 5,00           | 4,30        | 5,67           | 4,19        | 5,00           | 3,68        | 4,33           | 3,46        | 6,33           | 3,04        | 3,03       |
|      | 6       | 4,33           | 0,00           | 4,33            | 4,33        | 1,67           | 1,31        | 1,33           | 0,60        | 1,33           | 0,42        | 1,67           | 0,33        | 2,33           | 0,31        | 2,33           | 0,26        | 0,26       |
|      | 7       | 7,67           | 3,00           | 4,67            | 4,67        | 3,67           | 1,58        | 4,00           | 0,55        | 3,33           | 0,20        | 4,00           | 0,06        | 3,33           | 0,05        | 2,67           | 0,04        | 0,03       |
| 11   | 1       | 84,00          | 0,00           | 84,00           | 84,00       | 85,67          | 79,49       | 79,00          | 78,95       | 72,67          | 79,43       | 75,67          | 80,44       | 76,67          | 80,70       | 102,67         | 80,96       | 80,94      |
|      | 2       | 32,00          | 0,00           | 32,00           | 32,00       | 29,33          | 31,97       | 31,00          | 31,56       | 33,33          | 31,40       | 39,33          | 31,57       | 36,67          | 31,70       | 40,00          | 31,94       | 31,95      |
|      | 3       | 24,00          | 2,00           | 22,00           | 22,00       | 22,33          | 21,88       | 23,00          | 21,70       | 23,33          | 21,52       | 21,33          | 21,38       | 21,00          | 21,41       | 22,33          | 21,59       | 21,64      |
|      | 4       | 15,33          | 2,00           | 13,33           | 13,33       | 14,00          | 7,66        | 12,33          | 5,83        | 9,67           | 5,21        | 10,33          | 4,91        | 10,67          | 4,89        | 9,67           | 4,92        | 4,94       |
|      | 5       | 8,33           | 1,33           | 7,00            | 7,00        | 6,00           | 6,06        | 8,00           | 4,68        | 8,33           | 3,75        | 7,33           | 2,94        | 6,33           | 2,81        | 9,00           | 2,70        | 2,71       |
|      | 6       | 4,00           | 1,33           | 2,67            | 2,67        | 3,00           | 1,14        | 2,67           | 0,68        | 1,67           | 0,49        | 2,67           | 0,34        | 2,67           | 0,31        | 2,33           | 0,29        | 0,29       |
|      | 7       | 5,00           | 1,00           | 4,00            | 4,00        | 2,67           | 1,35        | 2,67           | 0,48        | 2,33           | 0,20        | 2,00           | 0,06        | 2,33           | 0,05        | 1,33           | 0,04        | 0,04       |

TABELA 55 – CONTINUAÇÃO ...

| Trat | Classes | 1984  |       |          |             | 1986  |             | 1988  |             | 1990  |             | 1994  |             | 1996  |             | 2004  |             | Equilíbrio |
|------|---------|-------|-------|----------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|------------|
|      |         | $Y_i$ | $h_i$ | $Y_{if}$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ |            |
| 12   | 1       | 79,67 | 0,00  | 79,67    | 79,67       | 74,00 | 80,33       | 69,67 | 82,15       | 73,67 | 83,96       | 82,67 | 86,60       | 86,00 | 87,42       | 96,00 | 88,76       | 88,84      |
|      | 2       | 38,33 | 0,33  | 38,00    | 38,00       | 37,33 | 36,38       | 37,33 | 35,72       | 36,67 | 35,69       | 38,33 | 36,37       | 36,67 | 36,78       | 43,67 | 37,80       | 38,07      |
|      | 3       | 21,67 | 0,33  | 21,33    | 21,33       | 19,00 | 16,17       | 18,33 | 13,31       | 18,33 | 11,76       | 16,67 | 10,59       | 15,00 | 10,45       | 18,67 | 10,56       | 10,71      |
|      | 4       | 13,67 | 1,00  | 12,67    | 12,67       | 14,00 | 12,46       | 15,33 | 11,29       | 14,00 | 10,02       | 15,00 | 8,22        | 15,33 | 7,71        | 14,33 | 7,08        | 7,14       |
|      | 5       | 7,67  | 1,67  | 6,00     | 6,00        | 6,67  | 5,14        | 7,00  | 4,61        | 6,33  | 4,13        | 6,67  | 3,32        | 6,00  | 3,04        | 7,00  | 2,59        | 2,58       |
|      | 6       | 5,67  | 1,00  | 4,67     | 4,67        | 3,33  | 3,02        | 3,33  | 2,25        | 4,33  | 1,83        | 5,67  | 1,38        | 5,67  | 1,23        | 4,00  | 0,96        | 0,93       |
|      | 7       | 4,67  | 2,33  | 2,33     | 2,33        | 1,33  | 0,79        | 1,67  | 0,35        | 1,67  | 0,21        | 1,67  | 0,13        | 1,67  | 0,11        | 2,67  | 0,08        | 0,08       |

TABELA 56 – NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARES E POR TRATAMENTO, ANELADAS QUE MORRERAM EM 1996 E 2004

| CLASSE<br>DAP          | TRATAMENTOS – n.ha <sup>-1</sup> |       |      |      |      |       |       |      |      |
|------------------------|----------------------------------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|
|                        | 2                                | 3     | 4    | 6    | 7    | 8     | 10    | 11   | 12   |
| ÁRVORES MORTAS EM 1996 |                                  |       |      |      |      |       |       |      |      |
| 1                      | 10,67                            | 10,33 | 1,00 | 7,33 | 1,33 | 13,33 | 16,33 | 4,33 | 3,67 |
| 2                      | 3,00                             | 2,67  | 3,33 | 5,00 | 1,00 | 3,67  | 3,67  | 2,67 | 2,00 |
| 3                      | 1,00                             | 0,33  | 1,33 | 2,00 | 1,33 | 1,00  | 0,67  | 0,67 | 0,67 |
| 4                      | 1,00                             | 1,00  | 1,00 | 0,33 | 1,00 | 1,33  | 0,67  | 0,00 | 0,67 |
| 5                      | 0,67                             | 0,33  | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,33  | 0,00  | 0,33 | 0,33 |
| 6                      | 0,33                             | 0,67  | 0,33 | 0,00 | 0,33 | 0,00  | 0,00  | 0,33 | 0,00 |
| 7                      | 0,33                             | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00  | 0,33  | 0,33 | 0,00 |
| ÁRVORES MORTAS EM 2004 |                                  |       |      |      |      |       |       |      |      |
| 1                      | 0,33                             | 1,00  | -    | 0,67 | 0,67 | 0,33  | 1,67  | 0,33 | 0,33 |
| 2                      | 0,00                             | 0,67  | -    | 0,00 | 0,00 | 0,33  | 0,33  | 0,33 | 0,67 |
| 3                      | 0,33                             | 0,67  | -    | 0,00 | 0,33 | 0,33  | 0,00  | 0,00 | 0,33 |
| 4                      | 0,33                             | 0,67  | -    | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,33  | 0,00 | 0,00 |
| 5                      | 0,67                             | 0,33  | -    | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 6                      | 0,00                             | 1,00  | -    | 0,00 | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 7                      | 0,00                             | 0,33  | -    | 0,00 | 0,33 | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00 |

Na Tabela 57 é mostrada a correção no número de árvores para o Tratamento 4. A colheita de madeira foi facilmente introduzida no modelo reavaliando a condição inicial do sistema no tempo  $t_0$ . Entretanto, para os tratamentos silviculturais, o povoamento remanescente necessita de um intervalo de tempo para assimilar fotossinteticamente e utilizar completamente os resultados de aumento na energia solar, nutriente e água.

TABELA 57 – NÚMERO DE ÁRVORES ESTIMADO POR HECTARE E POR CLASSE DE DIÂMETRO PARA O TRATAMENTO 4, CORRIGIDO

| Trat | Classes<br>DAP | 1996  |             |                       | 2004  |             |                       | Equilíbrio |
|------|----------------|-------|-------------|-----------------------|-------|-------------|-----------------------|------------|
|      |                | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $\hat{Y}_i$ corrigido | $Y_i$ | $\hat{Y}_i$ | $\hat{Y}_i$ corrigido |            |
| 4    | 1              | 80,33 | 94,75       | 93,75                 | 90,67 | 94,44       | 94,44                 | 94,38      |
|      | 2              | 46,00 | 41,28       | 33,95                 | 47,00 | 41,13       | 41,13                 | 41,03      |
|      | 3              | 21,67 | 21,88       | 20,55                 | 22,67 | 21,63       | 21,63                 | 21,49      |
|      | 4              | 12,33 | 18,62       | 17,69                 | 11,67 | 19,02       | 19,02                 | 18,79      |
|      | 5              | 4,67  | 3,46        | 3,46                  | 7,33  | 3,65        | 3,65                  | 3,67       |
|      | 6              | 3,00  | 1,34        | 1,10                  | 1,67  | 1,54        | 1,54                  | 1,56       |
|      | 7              | 3,00  | 0,51        | 0,52                  | 3,67  | 0,55        | 0,55                  | 0,56       |



Inspecionando ainda os resultados na Tabela 55, um detalhe importante é a flutuação na densidade de árvores o que poderia induzir a conclusões erradas, dependendo dos anos de medições que se tiver em mãos, sobre os processos dinâmicos que estariam ocorrendo na floresta. Este fato demonstra a importância de intervalos curtos entre medições e de períodos longos para estudo sobre dinâmica da floresta.

O número de árvores por hectare para cada período de observação e para as projeções, segue a forma de J invertido, com a frequência diferindo uma da outra na menor classe de diâmetro. Este valor está sobre-estimado e na maior classe ocorre sub estimativa da frequência. Em particular acredita-se que o aumento ocorrido no número de árvores na menor classe de diâmetro se deva à grande dificuldade em quantificar o ingresso.

De acordo com VALENTINE e FURNIVAL (1989), as formulações com ingresso aumentam a exatidão e o realismo das projeções em curto prazo e fortalecem projeções intermediárias e em longo prazo, para matrizes de transição.

As projeções realizadas para os períodos superiores a 1990 também podem ser vistas como uma validação do modelo e como um indicador quantitativo de que o modelo é adequado aos dados.

SALOMON et al. (1986) sugeriram a diferença média entre o valor atual e o valor predito, bem como o erro padrão da diferença média, como uma maneira de testar a exatidão do modelo. Neste estudo, o objetivo é comparar os números em termos absolutos e aceitar ou rejeitar o modelo para futuras projeções.

Até 2004 (Tabela 55), não houve reposição das árvores nas classes maiores. Aparentemente, as classes menores foram mais beneficiadas. Entretanto, não se pode afirmar que a aplicação dos tratamentos estimulou o crescimento em diâmetros do povoamento remanescente, pois o mesmo comportamento foi observado no tratamento testemunha. Nas análises estatísticas conclui-se que o aumento se deu em função do tempo e não da aplicação dos tratamentos. Autores como GUTIERREZ (1970) e DE GRAAF (1986) admitem que a intensidade de corte parece ter um efeito diferencial

sobre o crescimento diamétrico nas diferentes classes.

Os resultados da Tabela 58 revelam que, de modo geral, a aplicação dos tratamentos estimulou o crescimento em diâmetro do povoamento remanescente, quando comparado ao Tratamento T0 (testemunha). Os resultados da Tabela 58 demonstram também que a hierarquia encontrada para o incremento médio anual não é a mesma seguida para a redução em área basal, isto é, o tratamento que sofreu o maior nível de interferência em área basal não foi o que apresentou a maior taxa de incremento médio anual.

TABELA 58 – INCREMENTO PERIÓDICO MÉDIO ANUAL EM DIÂMETRO ( $\text{cm.ano}^{-1}$ ), POR TRATAMENTO, VERIFICADO NOS PERÍODOS DE MEDIÇÕES SUCESSIVAS (1984 A 2004)

| CLASSE<br>DAP | TRATAMENTOS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               | 00          | 01   | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   |
| 1             | 0,17        | 0,21 | 0,25 | 0,28 | 0,23 | 0,26 | 0,29 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | 0,29 | 0,27 | 0,29 |
| 2             | 0,25        | 0,28 | 0,34 | 0,35 | 0,31 | 0,32 | 0,34 | 0,33 | 0,34 | 0,34 | 0,37 | 0,37 | 0,37 |
| 3             | 0,25        | 0,35 | 0,38 | 0,34 | 0,29 | 0,33 | 0,38 | 0,31 | 0,35 | 0,42 | 0,34 | 0,33 | 0,42 |
| 4             | 0,26        | 0,35 | 0,40 | 0,36 | 0,36 | 0,41 | 0,34 | 0,39 | 0,35 | 0,45 | 0,42 | 0,36 | 0,39 |
| 5             | 0,27        | 0,38 | 0,38 | 0,39 | 0,36 | 0,42 | 0,45 | 0,44 | 0,38 | 0,33 | 0,39 | 0,43 | 0,47 |
| 6             | 0,28        | 0,31 | 0,28 | 0,33 | 0,34 | 0,49 | 0,34 | 0,35 | 0,39 | 0,41 | 0,46 | 0,59 | 0,41 |
| 7             | 0,27        | 0,37 | 0,26 | 0,22 | 0,32 | 0,34 | 0,48 | 0,43 | 0,59 | 0,30 | 0,36 | 0,50 | 0,30 |
| MÉDIA         | 0,25        | 0,32 | 0,33 | 0,33 | 0,32 | 0,37 | 0,37 | 0,36 | 0,38 | 0,36 | 0,37 | 0,41 | 0,38 |

A distribuição de diâmetros observada é muito semelhante à projetada (Tabela 55), o que parece confirmar o uso da equação de ingresso, para curtos períodos de projeção. Entretanto, mais estudos são necessários para predizer o comportamento do ingresso por longos períodos de tempo. O modelo parece adequado para estudar os efeitos de diferentes tratamentos ou opções de manejo (regimes de corte) nas taxas de crescimento.

Em geral, os resultados das projeções (Tabela 55) evidenciam que nem os períodos de projeções mais longos (ponto de equilíbrio) serão suficientes para restaurar as condições iniciais do povoamento. Isto indica que a aplicação de cortes,

por si só, conduzem o povoamento para alguma situação diferente da situação inicial.

Em florestas tropicais, como no caso da área de estudo, os modelos estocásticos são mais confiáveis porque o comportamento da dinâmica florestal é muito mais probabilístico do que determinístico. Através dos séculos, o Determinismo, que na Ciência se manifesta pela idéia de “causa e efeito” tem imperado. Devido à necessidade de quantificação e, com as medições experimentais, os números passaram a ocupar um papel de destaque. Com a tradução das leis físicas, em expressões matemáticas, a previsibilidade dos sistemas ficou evidenciada: conhecidas às condições de um sistema em um dado tempo, poder-se-ia determinar seus estados passados ou futuros. Porém nas medições, a precisão é sempre finita, admitindo-se então a existência de uma pequena imprecisão aceitável. Era natural pensar que estas pequenas variações se propagariam ainda pequenas e a acurácia de tais previsões estava assegurada. No entanto, Poincaré, por volta de 1900 estudando a dinâmica do sistema solar descobriu e provou que pequenas variações, em longo prazo, conduziam a previsões totalmente distintas. Décadas mais tarde, Lorenz, estudando a previsão do tempo, teve seus cálculos feitos por computador, afetados de forma semelhante, e chegou às mesmas conclusões. Não se pode mais ignorar esta instabilidade dinâmica, ou o que se chamou de caos, que nada tem a ver com desordem, mas implica num estudo mais cuidadoso e na avaliação da possibilidade de realizar previsões em longo prazo.

#### 4.4 SYMFOR (SIMFLORA)

O SYMFOR trabalha com parcelas de um hectare de floresta. Considera-se esse hectare como sendo representativo da área total, assumindo uniformidade em relação à composição de espécies, as características de solo, as práticas de manejo anteriores e a outros fatores que podem afetar o crescimento das árvores. Desta maneira, o SYMFOR é um modelo de povoamento, simulando a dinâmica florestal em várias unidades de manejo ao invés de modelar a floresta como um todo.

A performance do modelo foi avaliada usando os dados de 20 anos das 40 parcelas permanentes da Floresta da Jari. Os dados da primeira medição (1984) foram usados para iniciar a simulação que foram então rodados por 30 anos. Os dados simulados foram comparados com os dados reais. Os resultados são mostrados para todas as espécies na Figura 31, para cada grupo de espécie individualmente na Figura 32, para grupos de tratamento (testemunha, tratamentos leve, médio e pesado) na Figura 33 e, finalmente, na floresta sem interferência (testemunha) simulou-se como estratégia de manejo o corte de  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , por três ciclos de cortes consecutivos de 30 anos.

Na comparação dos dados reais com os simulados utilizou-se somente as árvores com diâmetro maior ou igual a 20 cm.

#### 4.4.1 Avaliação e Validação do Modelo

O modelo de manejo no SYMFOR usa informações sobre grupo de utilização para cada árvore no arquivo de entrada de dados. Para cada árvore que ingressa, o valor do grupo de utilização é determinado estocasticamente de acordo com as proporções observadas no arquivo de entrada para um determinado grupo ecológico de espécies. Nestas simulações três grupos de utilização foram usados: comercial (1), não-comercial (2) e árvores exploradas em 1984 (3).

Na prática, algumas árvores grandes de espécies comerciais são deixadas na floresta por apresentarem uma forma pobre (tortuosa, quebrada, etc.) ou porque são ocas. Um valor de qualidade do fuste, entre 0 e 1, é designado estocasticamente para cada árvore quando estas entram pela primeira vez no modelo. Um limite de qualidade de fuste arbitrário (0,3) foi usado para garantir a colheita de todas as árvores abatidas em 1984. Corte de cipós antes da colheita foi simulado assumindo 100% de sucesso com o objetivo de reduzir a simulação de danos de queda de árvores.

O conjunto de parâmetros utilizados na definição das opções silviculturais do SYMFOR é apresentado na Tabela 59.

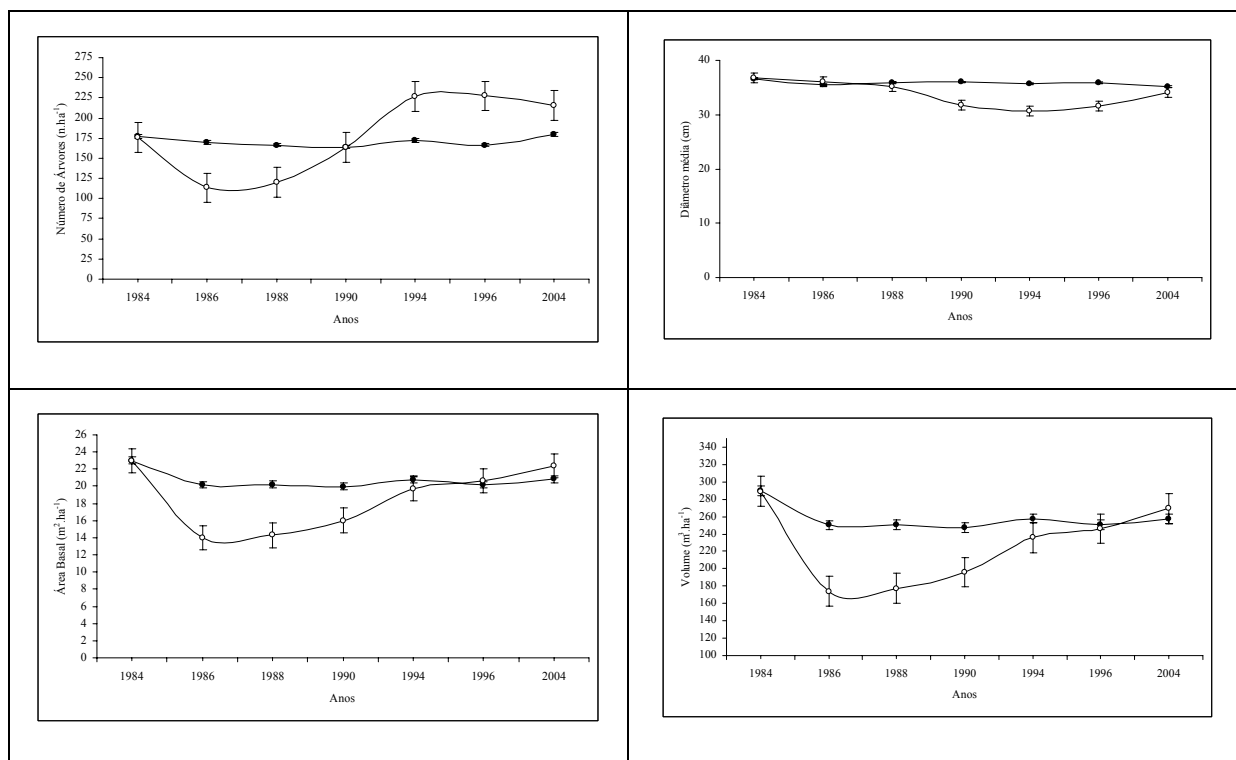
TABELA 59 - VALOR DOS PARÂMETROS DAS OPÇÕES SILVICULTURAIS DO SYMFOR UTILIZADOS NA SIMULAÇÃO

| MÓDULO  | PARÂMETRO            | VALOR                                      |
|---|----------------------|--|
| Área de Danos   | DAP Max danos        | 40,0                                       |
|   | Probabilidade danos  | 1,0  |
| Corte: corte direcional                                       | Direção corte        | 135,0                                      |
|   | Corte de cipó        | 1,0  |
| Tempo de Colheita: tempo de colheita                          | Primeira colheita    | 1,0  |
|   | Ciclo de corte       | 30   |
| Restrição quantidade corte: limite exploração número - volume | Nº máximo de árvore  | 1000,0                                     |
|   | Máx. Extraível (vol) | 1000,0                                     |
|   | Mín. Extraível (vol) | 0,0  |
| Seleção arv. Corte: seleção arv. exploração                   | Limite DAP           | Todas as espécies comerciais (utilgrp = 3) |
|   | Qualidade mínima     | 0,0  |
| Planejamento Ramais Arraste: ramais arraste ramificação       | Coordenada X saída   | 50   |
|   | Coordenada Y saída   | 0  |
|   | Ângulo junção        | 60   |
| Ramais de arraste:ramais arraste 1                            | Largura ramais       | 4,0 m                                      |

As opções da Tabela 59 prepararam o modelo para explorar a parcela um ano após o início da simulação (primeira colheita = 1) e depois em intervalos de 30 anos. O corte das árvores é feito com técnicas de queda direcional. As árvores a serem cortadas são todas de espécies comerciais do grupo de utilização 3. O limite de qualidade 0,0 significa que 100% das árvores comerciais do grupo de utilização 3 serão cortadas. As trilhas de arrastes ramificadas, áreas de danos e largura de ramais são utilizadas para representar as técnicas de exploração de impacto reduzido onde são planejadas para minimizar os danos às árvores remanescentes.

As quarenta parcelas de 1 ha foram simuladas durante 30 anos, com a primeira colheita no ano 1, as simulações iniciam sempre no ano 0. As simulações foram repetidas dez vezes para cada parcela de 1 ha. Os resultados médios foram calculados para cada parcela para todas as repetições e, finalmente, calculou-se a média e o erro padrão para todas as parcelas/ano.

FIGURA 31 - VARIAÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES, DIÂMETRO MÉDIO, ÁREA BASAL E VOLUME (● – OBSERVADO ○ – ESTIMADO).



O período de tempo de 20 anos parece ser suficiente para fazer inferência sobre a complexa dinâmica das florestas tropicais. Entretanto, as tendências gerais do modelo não refletiram bem essa dinâmica dos dados (Figura 31). Para a maioria dos grupos de espécies o resultado da simulação, em termos do número de árvores, área basal e volume discordaram dos dados reais (Figura 52).

As diferenças entre os dados reais e os resultados da simulação ocorreram logo a partir do segundo ano de simulação (1986), como reflexo da exploração aplicada em 1985, que reduziu o número de árvore, a área basal e o volume da maioria dos grupos de espécies. Na floresta real existe quase uma estabilização do número de árvores, área basal e volume. Para a floresta simulada, o aumento das árvores pequenas parece ter ocorrido para maioria dos grupos.

FIGURA 32 - VARIAÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES, DIÂMETRO MÉDIO, ÁREA BASAL E VOLUME POR GRUPO DE ESPÉCIES (● – OBSERVADO ○ – ESTIMADO)

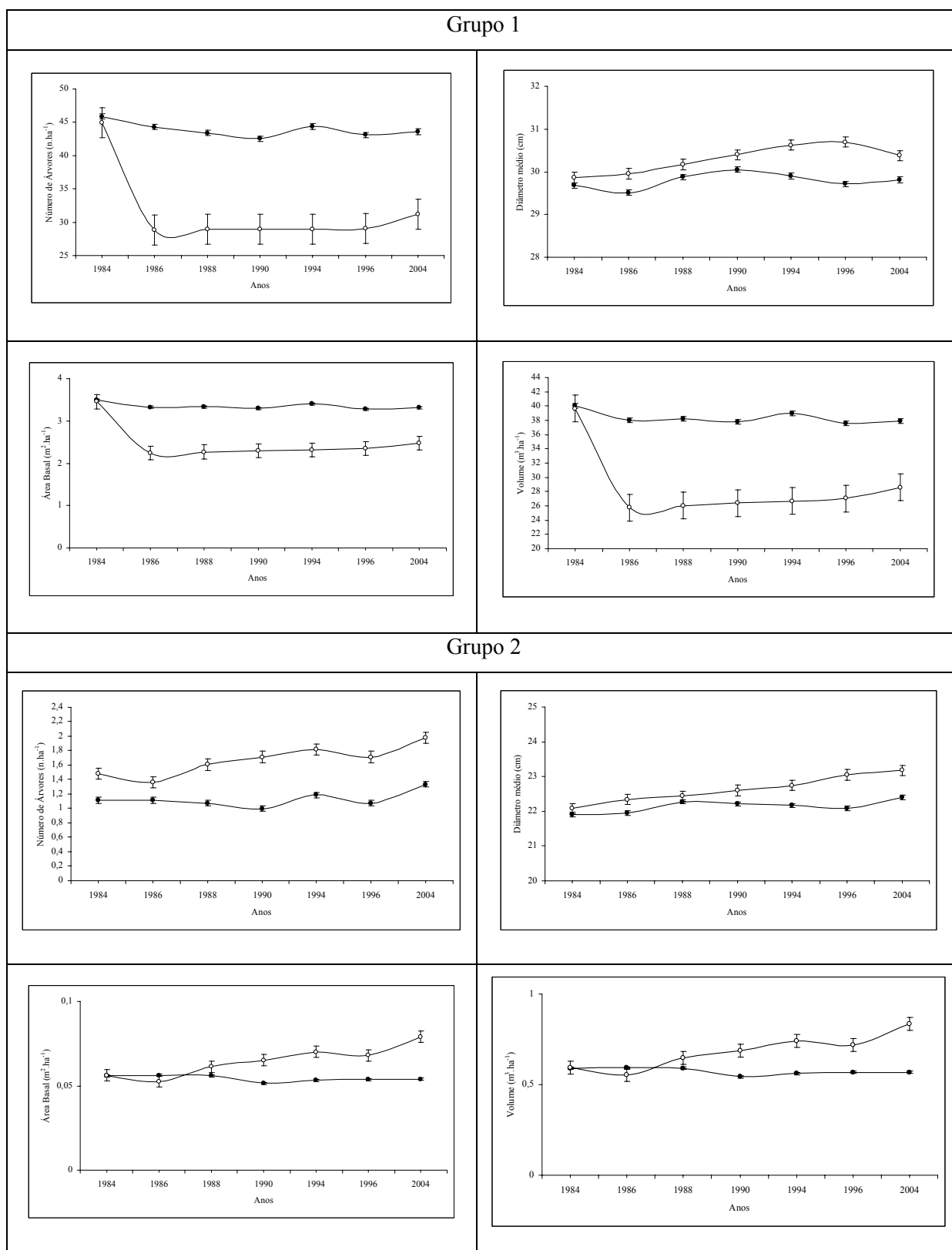


FIGURA 32 – CONTINUAÇÃO ...

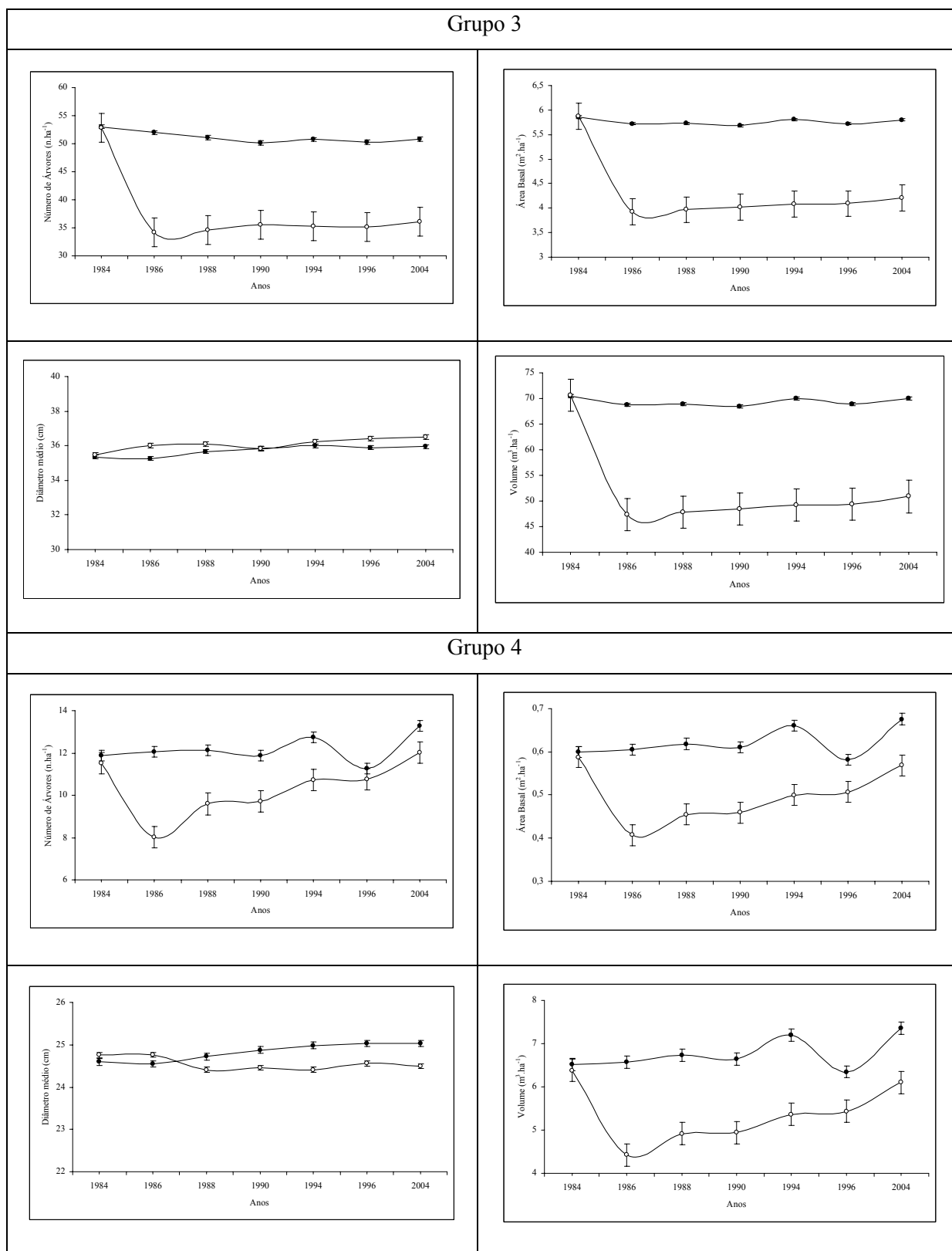




FIGURA 32 – CONTINUAÇÃO ...

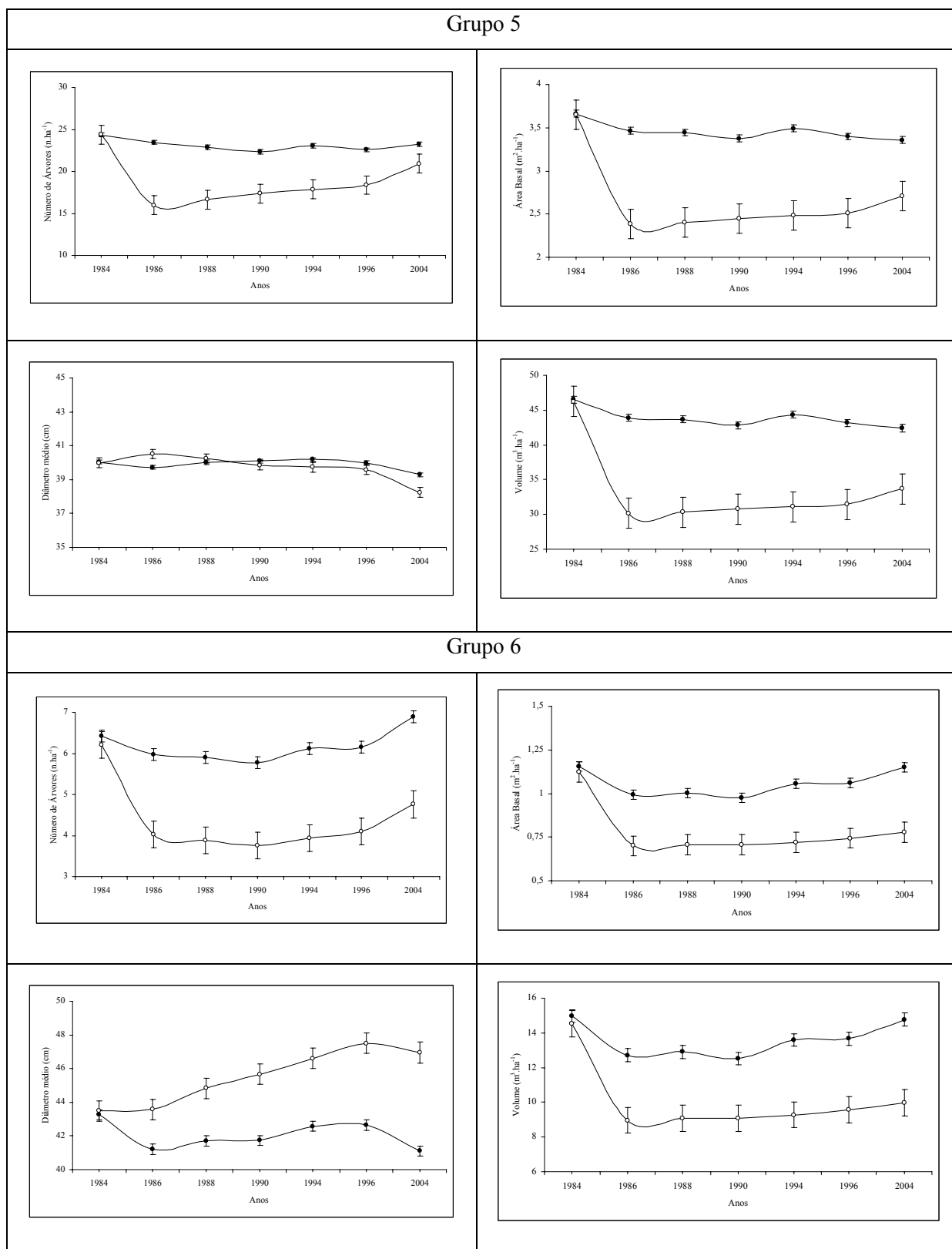


FIGURA 32 – CONTINUAÇÃO ...

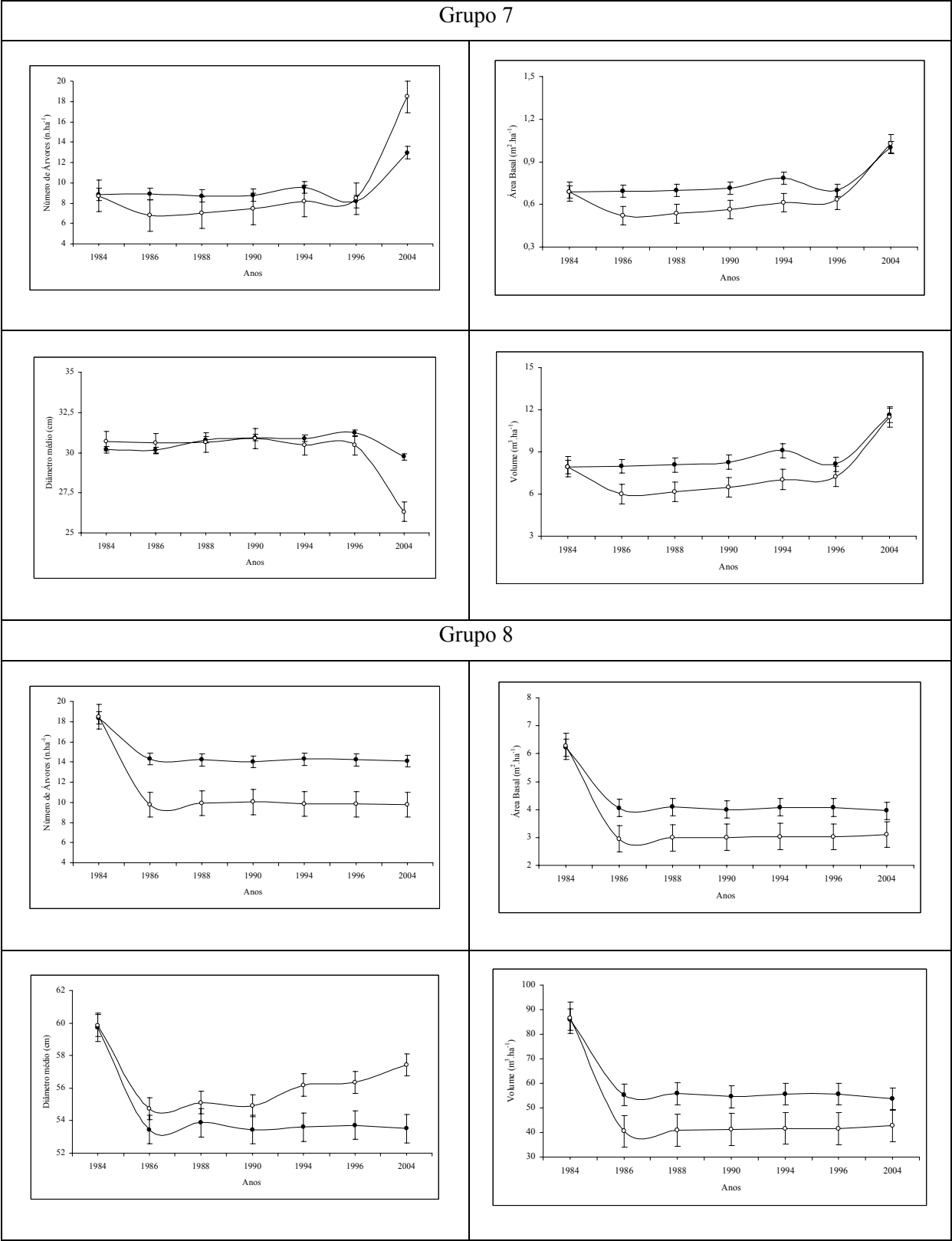
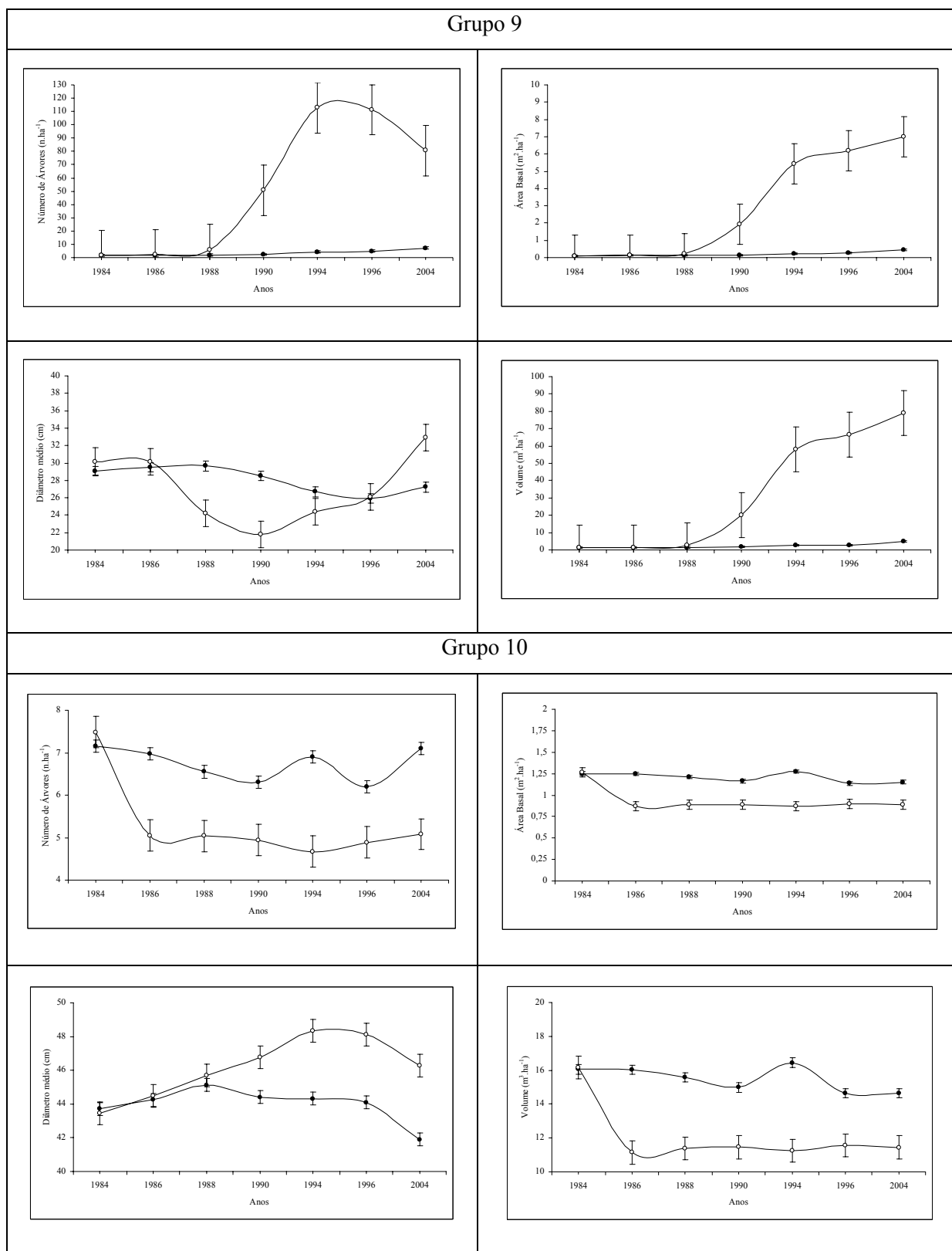


FIGURA 32 – CONTINUAÇÃO ...



O número de árvores, a área basal e o volume foram subestimados para a maioria dos grupos. Entretanto, resultados bastante discrepantes podem ser observados para o Grupo 9, em que o modelo fez crescer muitas espécies deste grupo.

As variações do número de árvores, diâmetro médio, área basal e volume, também foram simuladas por grupo de tratamento: floresta sem interferência, intensidades leve, médio e pesado. Mantiveram-se as opções silviculturais do modelo apresentadas na Tabela 59.

Os resultados da simulação são mostrados na Figura 33, para todas as árvores com diâmetro maior ou igual a 20 cm. Cabe aqui as considerações feitas para os grupos de espécies, com exceção para a floresta sem interferência, em que os dados simulados, em termos de número de árvore, área basal e volume concordam com os dados reais. A discrepância registrada no ano de 2004 pode ser explicada pelo grande número de árvores encontradas mortas no último período de avaliação.

FIGURA 33 - VARIAÇÃO DO NÚMERO DE ÁRVORES, DIÂMETRO MÉDIO, ÁREA BASAL E VOLUME PRO GRUPO DE TRATAMENTO (● – OBSERVADO ○ – ESTIMADO)

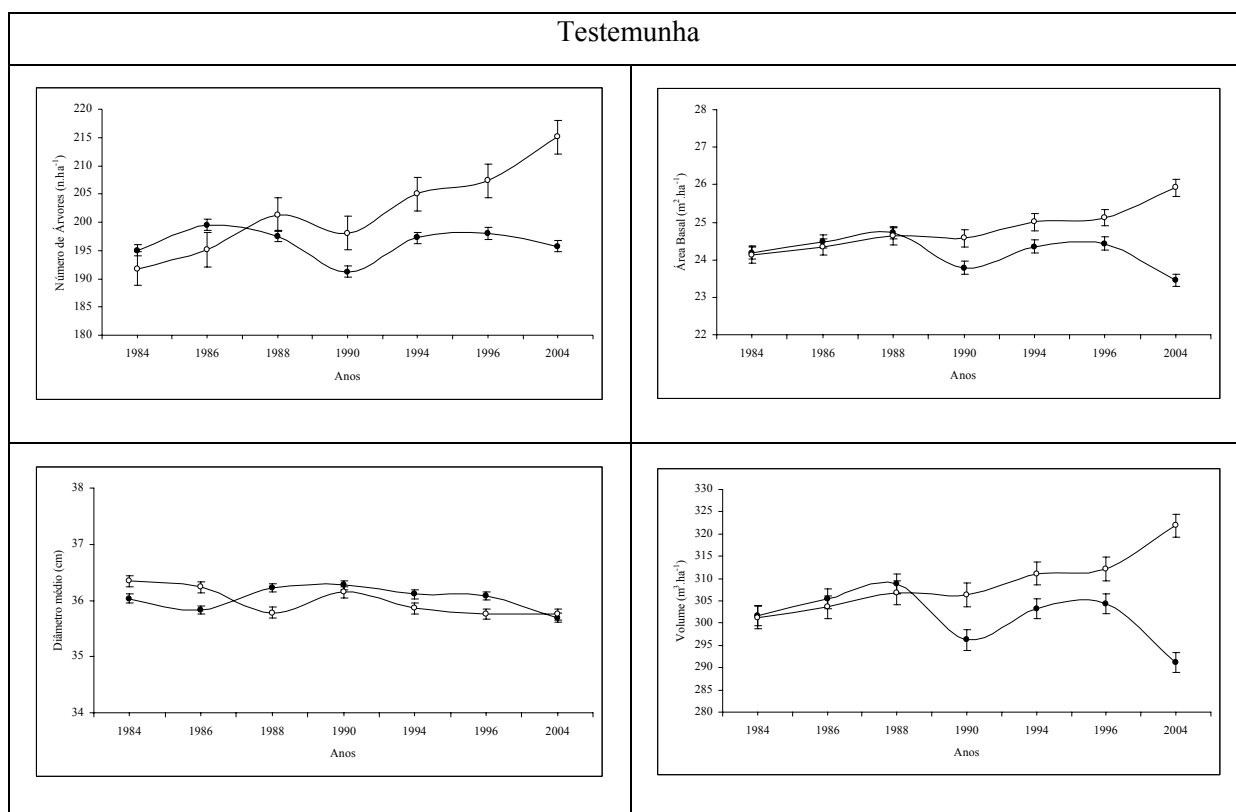


FIGURA 33 – CONTINUAÇÃO ...

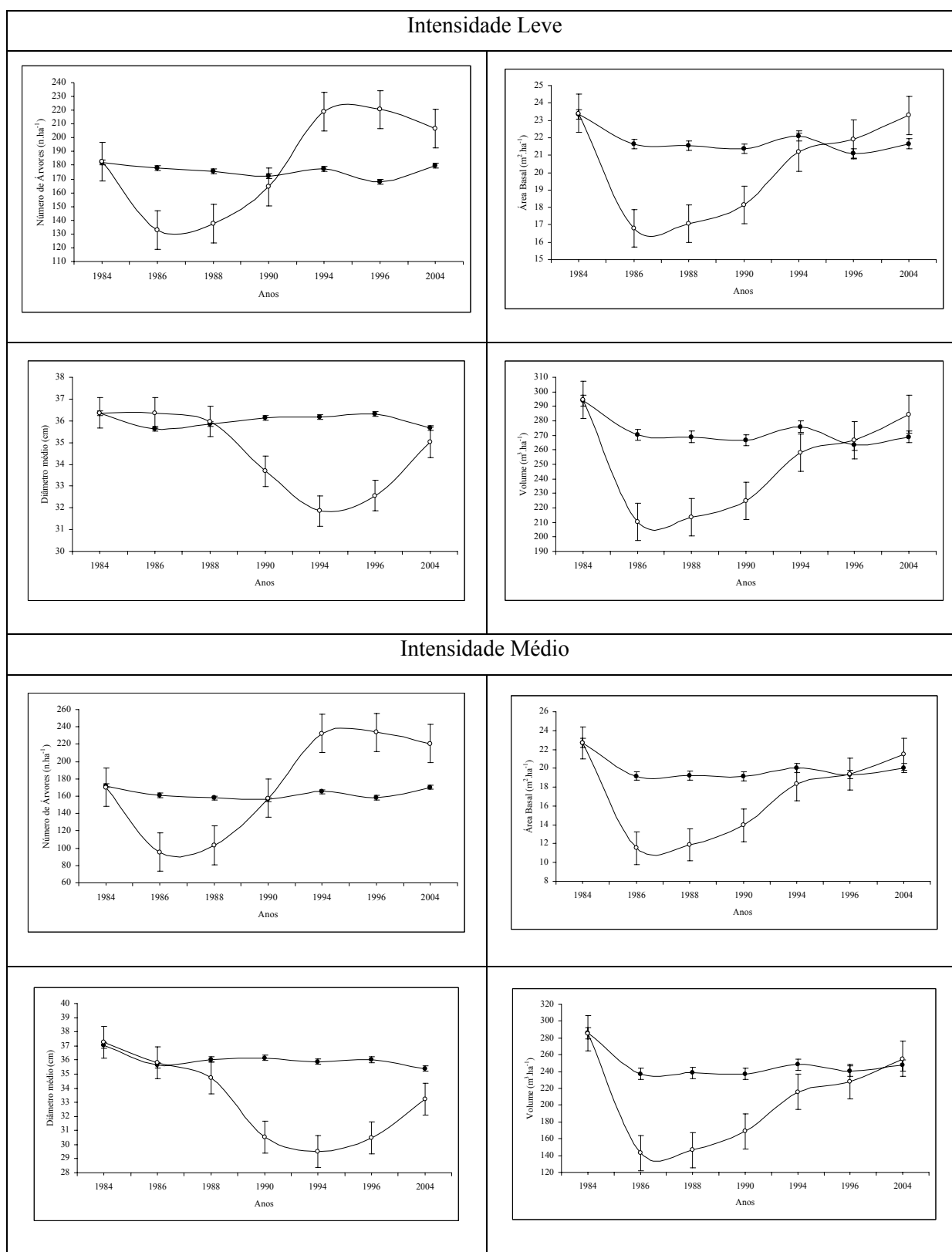
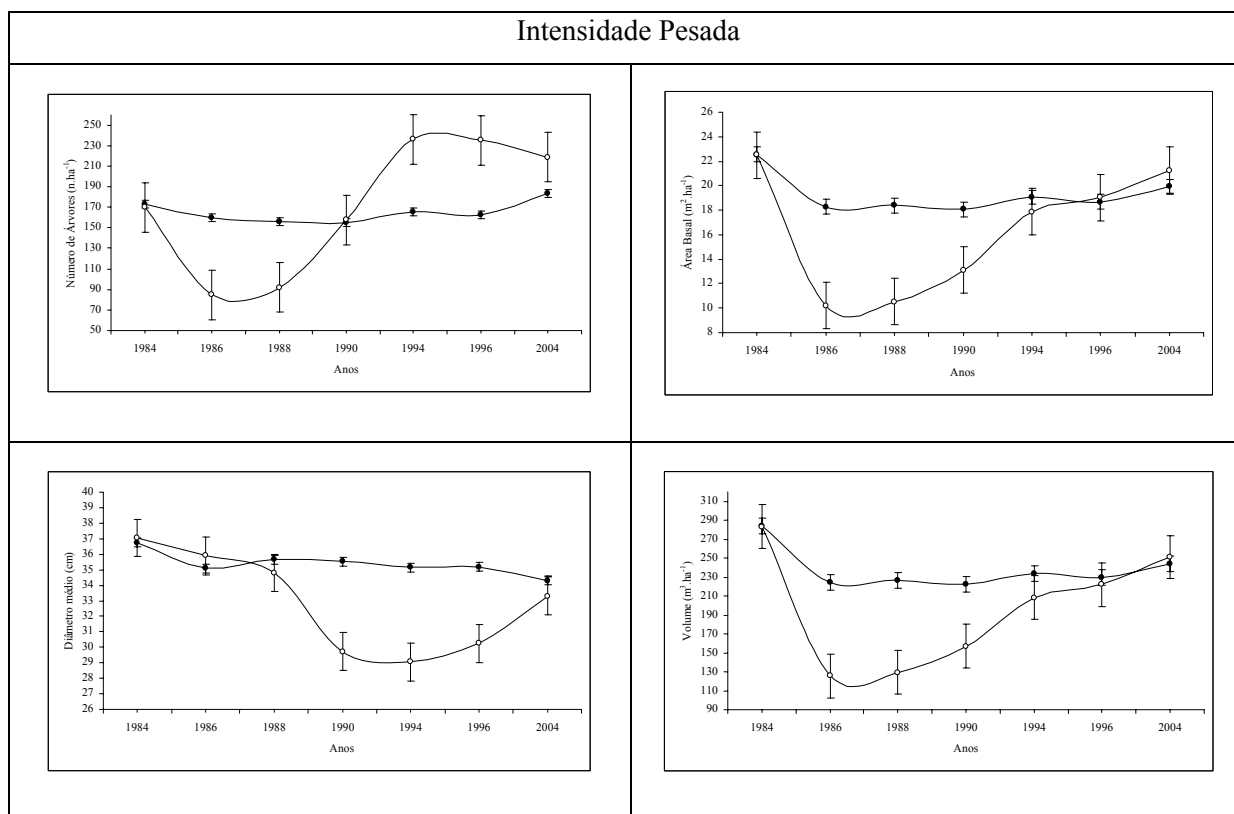


FIGURA 33 – CONTINUAÇÃO ...



O equilíbrio entre crescimento, recrutamento e mortalidade para cada grupo de espécies é delicado e difícil de ser alcançado. No entanto, o equilíbrio dinâmico dos dados foi observado para floresta sem interferência (não explorada). Assim, a semelhança entre os dados observados e simulados, valida o modelo para representar a dinâmica da floresta não explorada.

Na Figura 32 fica claro que a redução do volume pela exploração simulada pelo modelo está sobre-estimada. Fica claro também que não ocorre uma resposta rápida do crescimento das árvores residuais, as quais parecem se manterem estáticas.

Pela tendência das curvas, várias décadas são necessárias para que o povoamento simulado se assemelhe aos valores do povoamento real, a resposta do modelo é muito lenta.

Fica bem evidente que o modelo simula o desenvolvimento do povoamento

não explorado (controle).

A validação é o teste mais rigoroso que um modelo sofre. Portanto, devem-se observar as limitações do SYMFOR ao se examinar os resultados, em relação à determinação dos parâmetros do modelo silvicultural, que nem sempre representa a realidade, o tempo de regeneração na floresta real quase sempre difere da floresta simulada e, muitas variações de espaços e competição não serão simuladas adequadamente. Por outro lado, durante a construção do modelo, os submodelos de recrutamento e mortalidade foram considerados fracos (PHILLIPS et al., 2004).

#### 4.4.2 Estratégia de Manejo

Mesmo dadas às limitações do modelo, simulou-se o manejo tipicamente como é feito nas florestas da Amazônia brasileira: uma intensidade de corte de 30 m<sup>3</sup> por hectare, um ciclo de corte de 30 anos e o diâmetro mínimo de 60 cm para o abate das árvores.

Os efeitos desta estratégia de manejo sobre o estoque remanescente e o volume colhido foi examinado aplicando o modelo SYMFOR durante vários ciclos de corte, que começam com floresta primária (sem interferência).

Nestas simulações dois grupos de utilização foram usados, comercial e não-comercial.

O conjunto de parâmetros descritos na Tabela 60 foram utilizados na definição das opções silviculturais do SYMFOR.

As opções da Tabela 60 prepararam o modelo para explorar a parcela um ano após o início da simulação (primeira colheita = 1) e depois em intervalos de 30 anos. O corte das árvores é feito com técnicas de queda direcional. As árvores a serem cortadas são somente espécies comerciais com diâmetro maior ou igual a 60 cm, limitadas a 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. O limite de qualidade 0,3 é utilizado para representar a proporção de rejeição de árvores que possuem uma má qualidade, quer seja de fuste ou por estarem ocas. O valor 0,3 significa que 70% das árvores comerciais com diâmetro 60 ou maior serão

cortadas. As árvores rejeitadas para corte não são ré-selecionadas nas futuras explorações. As trilhas de arrastes ramificadas, áreas de danos e largura de ramais são utilizados para representar as técnicas de exploração de impacto reduzido onde são planejadas para minimizar os danos às árvores remanescentes.

TABELA 60 – VALORES DOS PARÂMETRO DAS OPÇÕES SILVICULTURAIS DO SYMFOR NA SIMULAÇÃO DO MANEJO TÍPICO DA AMAZÔNIA BRASILEIRA

| MÓDULO  | PARÂMETRO            | VALOR                                     |
|---|----------------------|---|
| Área de Danos   | DAP Max danos        | 40,0                                      |
|   | Probabilidade danos  | 1,0                                       |
| Corte: corte direcional                                       | Direção corte        | 135,0                                     |
|   | Corte de cipó        | 1,0                                       |
| Tempo de Colheita: tempo de colheita                          | Primeira colheita    | 1,0                                       |
|   | Ciclo de corte       | 30  |
| Restrição quantidade corte: limite exploração número - volume | Nº máximo de árvore  | 1000,0                                    |
|   | Máx. Extraível (vol) | 30,0                                      |
|   | Mín. Extraível (vol) | 0,0                                       |
| Seleção árv. Corte: seleção árv. exploração                   | Limite DAP           | 60 cm - espécies comerciais (utilgrp = 1) |
|   | Qualidade mínima     | 0,3                                       |
| Planejamento Ramais Arraste: ramais arraste ramificação       | Coordenada X saída   | 50  |
|   | Coordenada Y saída   | 0   |
|   | Ângulo junção        | 60  |
| Ramais de arraste:ramais arraste 1                            | Largura ramais       | 4,0 m                                     |

As quatro parcelas testemunha de 1 ha foram simuladas durante 125 anos, com a primeira colheita no ano 1 e colheitas subsequentemente em intervalos de 30 anos. As simulações foram repetidas dez vezes para cada parcela de 1 ha. Os resultados médios foram calculados para cada parcela para todas as repetições e, finalmente, calcula-se a média e o erro padrão para todas as parcelas.

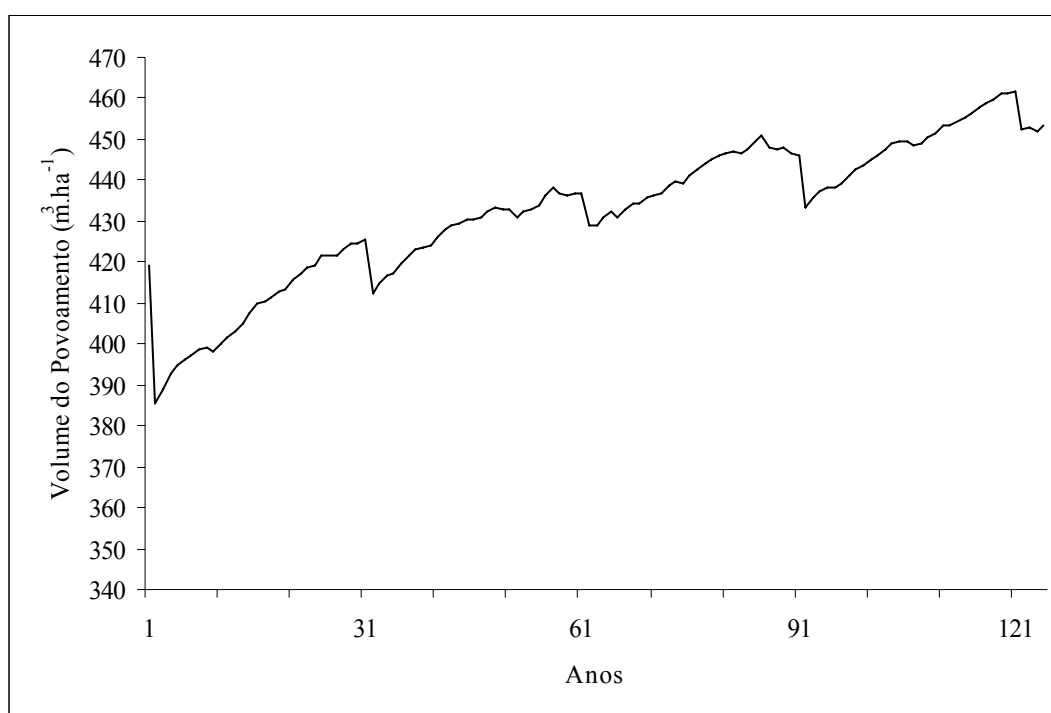
Os resultados das simulações são mostrados nas Figuras 34 e 35. A Figura 34 mostra o volume remanescente para todas as árvores com um diâmetro maior ou igual



a 5 cm, em função de tempo de simulação (ano). Ocorre um aumento do volume remanescente, mas em contra partida uma redução do volume explorado nas colheitas sucessivas. O tempo simulado não foi suficiente para que a floresta atinja ao equilíbrio.

A Figura 35 mostra o volume colhido em cada ciclo de corte. O fato da colheita média ser menor que  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  não significa que não há volume comercial das árvores remanescentes. A simulação limitou a colheita para  $30 \text{ m}^3$  por parcela, porém, como se está trabalhando com as médias de todas as parcelas, algumas delas tiveram volume comercial residual menor que  $30 \text{ m}^3$ .

FIGURA 34 – VOLUME REMANESCENTE SIMULADO PARA CINCO COLHEITAS PARA O POVOAMENTO TOTAL ( $\text{DAP} \geq 5,0 \text{ cm}$ ) COM CICLOS DE CORTES DE 30 ANOS



Geralmente se espera que o volume médio a ser colhido em todos os ciclos de corte seja equivalente ao volume comercial médio da primeira colheita. Nota-se na

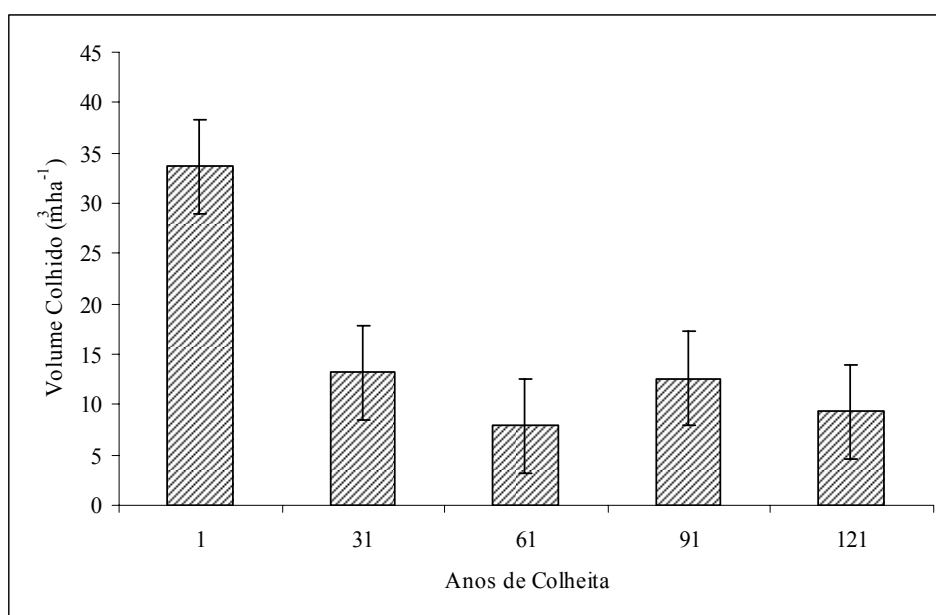
Figura 35 que o rendimento de 30 m<sup>3</sup> só foi disponível na primeira colheita, e que volume de madeira decresce nas colheitas subseqüentes e fica abaixo dos 30 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> planejado.

Este cenário assumiu que todas as árvores comerciais com DAP  $\geq$  60 cm, com exceção das defeituosas, serão exploradas. Isto resultará na retirada de 33,6667 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> na primeira colheita e, 13,1511 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, 7,9389 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, 12,5996 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> e 9,3323 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, no primeiro, segundo, terceiro e quarto ciclos (Figura 35).

No primeiro corte, o volume retirado representa um Incremento Médio Anual (IMA) de 1,12 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Nos ciclos o IMA diminui sensivelmente para em torno de 0,44 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, 0,26 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, 0,41 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> e 0,31 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, respectivamente. Na prática, os valores obtidos na simulação estão mais próximos da realidade do que o valor praticado no primeiro corte.

As diminuições de volume podem ter um efeito significativo na viabilidade financeira das futuras colheitas. Isto sugere que o ganho da primeira colheita da floresta primária não será sustentado.

FIGURA 35 – VOLUME EXPLORADO POR HECTARE EM CADA COLHEITA



Os efeitos dos componentes estocásticos do modelo nos resultados da simulação são considerados no cálculo das médias com respectivo erro padrão associado. Outras fontes de incerteza da simulação resultam de erros sistemáticos que surgem das suposições feitas no modelo e de incertezas de valores de parâmetros das opções silviculturais do SYMFOR.

Entretanto, o modelo ecológico como implementado se mostrou uma ferramenta útil para descrever o estado futuro, provável da floresta, sem interferência. Quando usado para examinar os efeitos de diferentes cenários de manejo (tratamento leve, médio e pesado) resultou em valores, para o número de árvores, área basal e volume, discrepantes dos valores encontrados na floresta real.

Na simulação das práticas de manejo aplicadas nas florestas amazônicas, sugere-se que os benefícios financeiros da colheita podem diminuir durante vários ciclos de cortes e que o rendimento de volume de madeira não é sustentado.

É possível melhorar significativamente o regime de manejo, assumindo que o corte pode ser estendido para espécies que não eram comerciais em 1984 e que hoje são comerciais, como também as espécies chamadas potenciais ou potencialmente comerciais. A redução do diâmetro mínimo das árvores comerciais para 45 cm, também pode ser uma solução para melhorar a produtividade do manejo.

A aplicação de desbastes ou tratamento do povoamento é alternativa para tornar os valores da simulação compatíveis com a realidade e provavelmente seria possível ter uma produção sustentável. Entretanto, o módulo relativo ao desbaste precisa ser revisto, uma vez que, o modelo mata todas as árvores no ano que são tratadas e isto não reflete a realidade como se observa no item 4.1.1.2.

PHILLIPS et al. (2004), simulando, com auxílio do SYMFOR, uma intensidade de corte de  $40 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ , ciclos de corte de 30 anos para um diâmetro mínimo de 45 cm na Floresta Nacional do Tapajós, concluíram que a produção volumétrica é sustentável por seis ciclos, entretanto, a proporção de madeiras duras decresce a cada colheita comprometendo os benefícios econômicos do Manejo.

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos conclui-se que:

- A área apresentou alta diversidade  $H'$  (3,99 a 4,10) e  $\alpha$  (54 – 65) e, alta Equabilidade  $J$  (0,84 a 0,94), durante todo período estudado, indicando que a riqueza florística não foi influenciado pela aplicação dos tratamentos;
- O baixo crescimento da floresta no tempo decorrido após a exploração e aplicação dos desbastes indica que uma nova intervenção deve ser feita na área de estudo;
- Exploração de impacto reduzido é boa para floresta, mas não, necessariamente, estimula o crescimento e deve levar a ciclos de corte maiores do que os desejáveis trinta anos;
- A exploração das árvores comerciais e a aplicação dos tratamentos silviculturais estimularam o ingresso de árvores dos grupos 1 (crescimento muito lento dossel inferior) e 2 (crescimento lento, dossel médio), plantas já estabelecidas e, diferente do esperado, não favoreceu o crescimento de espécies pioneiras (Grupo 4);
- Em geral, os resultados das projeções com auxílio do sistema de equações diferenciais evidenciam que nem os períodos de projeções mais longos (ponto de equilíbrio) serão suficientes para restaurar as condições iniciais do povoamento;
- O modelo ecológico do SYMFOR, como implementado, é uma ferramenta útil para descrever a dinâmica da floresta sem interferência. Contudo, quando usado para examinar os efeitos de diferentes cenários de manejo (tratamentos leve, médio e pesado) resulta em valores discrepantes dos valores encontrados na floresta real;

- A simulação das práticas atuais de manejo aplicadas nas florestas amazônicas, durante vários ciclos de cortes, sugere que o rendimento de volume de madeira não é sustentável.

Para aumentar a eficiência produtiva e econômica dos sistemas de manejo propostos neste estudo, recomenda-se:

- Fazer as intervenções pós-colheita (desbastes) logo após a exploração para evitar o fechamento do dossel e, conseqüentemente, a não reação da floresta;
- Adotar intervalos curtos entre medições (dois anos) e períodos longos para o estudo de dinâmica da floresta;
- Investigar o desempenho dos sistemas em áreas não-experimentais;
- Estudar a eficiência da aplicação de tratamentos silviculturais (desbastes) após a colheita;
- Sistematizar a análise de parcelas permanentes e;
- Realizar maiores estudos e ajustes dos módulos do SYMFOR para melhorar a performance do modelo.

## REFERÊNCIAS

- ALDER, D. **Growth Modelling for Mixed Tropical Forests**. Department of Plant Sciences, University of Oxford, Tropical Forestry Paper 30. 1995. 231 p.
- ALDER, D.; SYNNOTT, T.J. **Permanent sample plots techniques for mixed tropical forests**. Oxford. Oxford Forestry Institute. (Tropical Forestry Paper 25). 1992. 124 p.
- ALDER, D.; SILVA, J.N.M. An empirical cohort model for management of Terra Firme forest in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**. v. 130, p. 141-157. May. 2000.
- ALDER, D.; SILVA, J.N.M. Sustentabilidade da produção volumétrica: um estudo de caso na Floresta Nacional do Tapajós com auxílio do modelo de crescimento Cafogrom. In: SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; YARED, J.G. **A silvicultura na Amazônia Oriental: Contribuições do Projeto Embrapa/DFID**. Belém, Embrapa Amazônia Oriental/DFID. 2001. p. 325-337.
- AZEVEDO, C.P. **Predição da distribuição diamétrica de povoamentos florestais inequidâneos pelo emprego da matriz de transição**. Viçosa, 1993. 118p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Viçosa.
- BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.108, p.9-26, 1998.
- BOTKIN, D.B.; JANAK, J.F.; WALLIS, J.R. Some ecological consequences of a computer model of forest growth. **Journal of Ecology**, 60:849-72. 1972.
- BRASIL FLORESTAL. **Atualidades**. Ano XX, Número 70. 2001. 89 p.
- BRUNER, H. D.; MOSER Jr, J. W. A Markov Chain Approach to the Prediction of Diameter Distributions in Uneven-aged Forest Stands. **Canadian Journal of Forest Research**, 3:409-417. 1973.
- BRYAN, M.B. **Studies of timber growth and mortality in the mixed dipterocarp forest in Sarawak**. FAO Report, no. FO: MAL/76/008. Field Document 11. 1981. 56 p.
- BUONGIORNO, J.; MICHIE, B.R. A matrix model of uneven-aged forest management. **Forest Science**, 26:609-25. 1980.
- CAMINO, R. **Empezando a hacer diferencias. Consideraciones sobre el manejo de bosques naturales a escala industrial en el Trópico Americano**. In: SABOGAL, C.; SILVA, J. N. M. (Eds). **Manejo Integrado de Florestas Úmidas Neotropicais por Industrias e Comunidades**. Simpósio Internacional da IUFRO, Belém: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. p. 21 – 37.
- CAREY, E. V.; BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Tree Mortality in Mature Lowland Tropical Moist and Tropical Lower Montane Moist Forests of Venezuela. **Biotropica** 26(3): 255-264. 1994.
- CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. C. A.; SILVA, J. N. M.; COSTA, H. B.; MALCHER, L. B.; CARVALHO, M. S. P. **Pesquisas com vistas ao manejo de matas nativas na região do Rio Jari**. Belém, PA. Embrapa – CPATU, 1987, 21 p. (EMBRAPA – CPATU, Documentos, 45).

CARVALHO, J.O.P. **Structure and dynamics of a logged over Brazilian Amazonian rainforest**. Oxford, 1992. 215p. PhD Thesis. University of Oxford, UK.

CLUTTER, J.L. Compatible growth and yield models for lobolly pine. **Forest Science**, 9:354-71. 1963.

COSTA, D.H.M.; SILVA, S.M.A. da; SILVA, J.N.M. Efetividade e custo do desbaste com aplicação de arboricida em floresta natural na região do Tapajós, Pará e Jarí, Amapá. In: SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; YARED, J.A.G. (Ed.) **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2001. p.339-352.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: Versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa. UFV. 2001. 648 p.

DALE, V.H.; ONEILL, R.V.; SOUTHWORTH, F.; PEDLOWSKI, M. Modelling effects of land management in the Brazilian Amazonian settlement of Rondonia. **Conservation Biology**. 8, 196–206. 1994.

DANIELS, R.F.; BURKHART H.E. An integrated system of forest stand models. **Forest Ecology and Management**, 23:159-77. 1988.

DAVIDSON, C. B.; HALFLEY, W. L.; FREDERICK, D. J.; MENGEL, D. L. Prediction of total stand ingrowth in southeastern mixed species bottomland hardwoods. In MILLER, J. H. comp. **Fifth biennial southern silvicultural research conference**. New Orleans, Louisiana, Southern Forest Experiment Station, 1989. p435-9

DE GRAAF, N.R. **A silvicultural system for natural regeneration of tropical rainforest in Suriname**. Wageningen, The Netherlands: University of Wageningen. 250p. 1986.

DE GRAAF, N.R.; POELS, R.L.H.; van ROMPAEY, R.S.A.R. Effect of silvicultural treatments on growth and mortality of rainforest in Suriname over long periods. **Forest Ecology and Management**. v.124, p.123-135, 1999.

DEKKER, M.; DE GRAAF, N. R. Pioneer and climax tree regeneration following selective logging with silviculture in Suriname. **Forest Ecology and Management**, v.172, p.183- 190, 2003.

EK, A.R. Nonlinear models for stand table projection in northeern hardwood. **Canadian Journal of Forest Research**, 4:23-7. 1974

EMBRAPA. **Curso de Manejo Florestal Sustentável**. CNPF, Curitiba. 1997. 201 p.

FINEGAN, B The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. **Forest Ecology and Management** 47 (2), 295 – 321. 1992.

GOMIDE, G.L. A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no Estado do Amapá**. Curitiba, 1997. 179 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.

GEISSER, J.; GREENHOUSE, S.W. An extension of Box's results on the use of the F distribution in multivariate analysis. **Annals of the Mathematical Statistics**, v.29, p.855-891, 1958.

GREENHOUSE, S. W.;GEISSER, S. On methods in the analysis of profile data. **Psychometrika**, 24(2): 95–111. 1959

GUTIERREZ, A. M. R. **Efecto del raleo sobre el crecimiento en area basal de un bosque secundario en el tropico humedo**. Turrialba, 1970. 79 p. Dissertação (Mestrado). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Costa Rica.

HARTSHORN, G.S. An overview of neotropical forest dynamics. **In:** Four neotropical rainforests. New Haven: Yale University Press, p.585-599. 1990.

HARTSHORN, G.S. Neotropical forest dynamics. **Biotropic**, v.12, 23-33. 1980.

HIGUCHI, N. **Short-Term growth of an undisturbed tropical moist forest in the Brazilian Amazon**. PhD Thesis. Michigan State University. 129p. 1987.

HIGUCHI, N. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta Amazônica** 24 (3/4):275-288. 1994.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.dos; RIBEIRO, R. J.; FREITAS, J. V.; VIEIRA, G.; COIC, A. R. ; MINETTE, L. J. Crescimento e incremento de uma floresta Amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. **In:** Workshop Bionte - Aspectos Silviculturais e ecológicos do Manejo Florestal INPA - Manaus- AM. 1997.

HIGUCHI, N.; VIEIRA, G.; MINETTE, L.J.; FREITAS, J.V.; JARDIM, F.C.S. Sistema SEL (Seleção de Espécies Listadas) para Manejar a Floresta Tropical Úmida de Terra-Firme da Amazônia In VAL. A.L.R. Frigliuolo e E. Feldberg (eds). **Bases Científicas para Estratégias de Preservação e Desenvolvimento – Fatos e Perspectivas**. Volume 1:197-206. 1991.

HOLMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; PEREIRA-JUNIOR, R.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. **Custos e benefícios financeiros da exploração de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia oriental**. Belém: Fundação Floresta Tropical, 2002. 69p.

HUMMEL, A. C. **Normas de acesso ao recurso florestal na Amazônia brasileira: O caso do manejo florestal madeireiro**. Manaus, AM. 2001. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Amazonas / INPA.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.W. **Forest Mensuration**, Ronald Press Company, New York, N.Y. 2ed. 1972.

HUYNH, H.; FELDT, L. S. Conditions under which mean square ratios in repeated measurements designs have exact *F*-distributions. **Journal of the American Statistical Association**, 65: 1582–1589. 1970

HUYNH, H.; FELDT, L. S. Estimation of the Box correction for degrees of freedom from sample data in the randomized block and split plot designs. **Journal of Educational Statistics**, 1: 69–82. 1976

JARDIM, F.C. S.; SOUZA, A. L.; BARROS, N. F.; MACHADO, C. C.; SILVA, E.; SILVA, A. F. Técnica de abertura do dossel por anelamento de árvores na Estação Experimental de Silvicultura do INPA, Manaus - AM. **B. FCAP**, Belém (25) 91-104, jan./jun. 1996.

JOHNS, J. S.; BARRETO, P.; UHL, C. **Os danos da exploração de madeira com e sem planejamento na Amazônia Oriental**. Belém: IMAZON, 1998. 40p. (Série Amazônia, 16)

JOHNS, J.; BARRETO, P.; UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.89, p.59-77, 1996.

JOHNSON, N.E. Biological oportunities and risks associated with fast-growing plantation in the Tropics. **Journal of Forestry**. April 206-211. 1976.



JONKERS, W.B.J. **Vegetation structure logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname**. Agricultural University, Wageningen, 1987. 172 p.

KAMMESHEIDT, L.; LEZAMA, A.T.; FRANCO, W.; PLONCZAK, M. History of logging and silvicultural treatments in the western Venezuelan plain forests and the prospect for sustainable forest management. **Forest Ecology and Management**, v.148, p.1-20. 2002.

KREBS, C. J. **Ecological methodology**. Addison Wesley Longman, 2nd ed. 1999.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics et La Selva, Costa Rica (1969-1982). **Journal of tropical ecology**, 3:347-358. 1987.

LOPES, J.C.A. **Demografia e flutuações temporais da regeneração natural após uma exploração florestal: Flona Tapajós/PA**. Piracicaba, 1993. 133p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Universidade de São Paulo.

MAGURRAN, A. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University Press, 1988.

MANOKARAN, N.; KOCHUMMEN, K.M. Recruitment, grow and mortality of trees in an lowland Dipterocarp forest in Peninsular Malasia. **Journal of Tropical Ecology**. 3:315-330. 1987.

MAUCHLY, J.W. Significance test for sphericity of a normal nvariate distribution. **Annals of Mathematical Statistics**, v.11, p.204-209, 1940.

MELO, M. S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com histórias de uso diferentes no nordeste do Pará -Brasil**. Piracicaba, 2004. 134 p. Tese (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MOSER, E. B; SAXTON, A. M.; PEZESHKI, S. R. Repeated measures analysis of. variance: application to tree research. **Canadian Journal of Forest Research** 20 : 524-535. 1990.

MOSER, Jr, J. W. Dynamics of an uneven-aged forest stand. **Forest Science**, 18:184-191. 1972.

OLIVEIRA, L. C. **Efeito da exploração da madeira e de diferentes intensidades de desbastes sobre a dinâmica da vegetação de uma área de 136ha na Floresta Nacional do Tapajós**. Piracicaba, 2005. 195 p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

PARIONA, W.; FREDERICKSEN, T.; LICONA, J. C. **Comparación de tres tratamientos para el mejoramiento de rodales en dos tipos de bosque bolivianos**. Bolivia: Proyecto BOLFOR, 2001. 16p. (Documento Técnico, 102).

PÉLLICO NETTO, S. BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editado pelos autores. 1997. 316p.

PERALTA, R.; HARTSHORN, G.S.; LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Roseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. In Clark, D.A.; Dirzo, R.; Fetcher, N. (eds) Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. **Revista de Biología Tropical** 35, suplemento 1. p 23-40. 1987.

PHILLIPS, O.L.; GENTRY, A.H. Increasing turnover through time in tropical forests. **Science**, 263:954-958. 1994.

PHILLIPS, P.D.; YASMAN, I.; BRASH, T.E.; van GARDINGEN, P.R., Grouping tree species for analysis of forest data in Kalimantan (Indonesian Borneo). **Forest Ecology and Management** 157, 205–216. 2001.

PHILLIPS, P.D.; van GARDINGEN, P.R. The SYMFOR Framework for Modelling the Effects of Silviculture on the Growth and Yield of Tropical Forests. In the **proceedings** of IUFRO 4.11 Conference: 'Forest Biometry, Modelling and Information Science', (Editor; K.Rennolls), University of Greenwich, 25-29 June 2001. 12 p. 2001a  
<http://cms1.gre.ac.uk/conferences/iufro/proceedings/>. Acessado em: 01 de agosto de 2004

PHILLIPS, P.D.; van GARDINGEN, P.R. **The SYMFOR framework for individual-based spatial ecological and silvicultural forest models**. SYMFOR Technical Notes Series No. 8, The University of Edinburgh. 22 p. 2001b.  
<http://www.SYMFOR.org/technical/framework.pdf>.

PHILLIPS, P.D.; AZEVEDO, C. P.; THOMPSON, I. S.; SILVA, J. N. M.. **An ecological model for the management of natural forest in the Tapajos region, Amazonian Brazil**. SYMFOR Technical Note Series No. 12, The University of Edinburgh, Edinburgh, 33 p. 2002. <http://www.SYMFOR.org/technical/index.html>. Acessado em: 01 de agosto de 2004

PHILLIPS, P.D.; van der HOUT, P.; ARETS, E.J.M.M.; ZAGT, R.J.; van GARDINGEN, P.R. **Modelling the natural forest processes using data from the Tropenbos plots at Pibiri, Guyana**. SYMFOR Technical Note Series No. 9, The University of Edinburgh, Edinburgh, 25 p. 2002a. <http://www.SYMFOR.org/technical/index.html>. Acessado em: 01 de agosto de 2004

PHILLIPS, P.D., BRASH, T.E., YASMAN, I., SUBAGYO, S., van GARDINGEN, P.R., An individual-based spatially explicit tree growth model for forests in East Kalimantan (Indonesian Borneo). **Ecological Modelling**. 159, 1–26. 2003.

PHILLIPS, P.D., de AZEVEDO C.P., DEGEN, B., THOMPSON, I.S., SILVA, J.N.M., van Gardingen P.R. An individual-based spatially explicit simulation model for strategic forest management planning in the eastern Amazon. **Ecological Modelling** 173: 335–354. 2004.

PULZ F.A.; SCOLFORO, J.R.; OLIVEIRA, A. D.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequianea com a matriz de transição. **Cerne**, 5(1):001-014. 1999.

QUEIROZ, W. T. **Técnicas de Amostragem em Inventário Florestal nos Trópicos**. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação. 1998. 147 p.

QUEIROZ, W.T. **Análise de fatores (factor analysis) pelo método da máxima verossimilhança: Aplicação ao estudo da estrutura de florestas tropicais**. Piracicaba, 1984. 114 p. Tese (Doutorado em Agronomia) ESALQ, Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, C. A. A. S. Um modelo para projeção da distribuição diamétrica de povoamentos inequianeos baseados em equações diferenciais. **Revista Árvore**, v. 20, n. 3, p. 279 – 286, 1996.

ROCHA, R. M. **Taxas de recrutamento e mortalidade da floresta de terra firme da bacia do Rio Cuieiras na região de Manaus-AM**. Manaus, AM. 2001. 49 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Amazonas / INPA.

SANDEL, M. P.; CARVALHO, J. O. P. Anelagem de árvores como tratamento silvicultural em floresta naturais da Amazônia brasileira. **Revista Ciências Agrárias**, n. 33, p. 9 – 32, 2000.

SANQUETTA, C.R.; BRENA, D.A.; ANGELO H.; MENDES J.B. Matriz de transição para simulação da dinâmica de florestas naturais sob diferentes intensidades de corte. **Revista Floresta**, v.6, n.1, p. 65-78, 1996.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 2, p. 507-512, 1974.

SHEIL, D. A critique of permanent sample methods and analysis with examples from Budongo Forest Uganda. **For. Ecol. and. Manage.** 77:11-34. 1995.

SHEIL, D.; May, R.B. **Estimating turnover in tropical forest: the implicaton of heterogeneous populations.** in press. 1996

SILVA, E.J.V. **Dinâmica de florestas manejadas e sob exploração convencional na Amazônia oriental.** São Carlos, 2004. 171p Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo.

SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging.** Oxford, 1989, 303 p. PhD Thesis. University of Oxford, UK.

SILVA, J.N.M.; de CARVALHO, J.O.P.; LOPES, J.C.A.; de OLIVEIRA, R.P., de OLIVEIRA, L.C. Growth and yield studies in the Tapajós region, Central Brazilian Amazon. **Commonwealth Forestry Rev.** 75 (4), 325–329. 1996.

SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, C.A.; ALMEIDA, B.F.; COSTA, D.H.M.; OLIVEIRA, L.C.; VANCLAY, J.K.; SKOVSGAARD, J.P. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 year after logging. **Forest Ecology and Management** 71:267-274. 1995.

SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P.; LOPES, J.C.A. **Um sistema silvicultural policíclico para produção sustentada de madeira na Amazônia brasileira.** In: SIMPÓSIO SILVICULTURAL NA AMAZÔNIA ORIENTAL: contribuições do projeto Embrapa/DFID, 1999, Belém, PA. Resumos expandidos. Belém: CPATU: DFID, 1999 p.304 (Embrapa – CPATU. Documentos, 123).

SILVA, J.N.M.; LOPES, J.C.A. **Inventario florestal contínuo em florestas tropicais: a metodologia utilizada pela EMBRAPA-CPATU na Amazônia brasileira.** Belém: Embrapa-CPATU, 1984, 36 p. (Embrapa-CPATU. Documentos, 33).

SILVA, J.N.M.; UHL, C. A. atividade madeireira como uma alternativa viável para a utilização sustentada dos recursos florestais na Amazônia brasileira. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE MEIO AMBIENTE, POBREZA E DESENVOLVIMENTO DA AMZÔNIA-SIMDAAMAZÔNIA, 1., 1992, Belém, PA. **Anais.** Belém: PRODEPA, 1992. P. 257-262.

SILVA, S.M.A. da; SILVA, J.N.M.; BAIMA, A.M.V.; LOBATO, N.M.; THOMPSON, I.S.; COSTA-FILHO, P.P. Impacto da exploração madeireira em floresta de terra firme no Município de Moju, Estado do Pará. In: SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; YARED, J.A.G. **A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2001. p.309-323.

SOLOMON, D. S.; HOSMER, R. A.; HAYSLETT JR., H. T. A forest two-stage matrix model for predicting growth of forest stands in the northeast. **Canadian Journal of Forest Research.** 16:521-508. 1986.

SOUZA, A. L. **Análise multivariada para manejo de florestas naturais: alternativas de produção sustentada de madeira para serraria.** Curitiba, 1989. 245 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.

SOUZA, A. L.; JARDIM, F. C. S. **Sistemas silviculturais aplicados às florestas tropicais.** Viçosa, SIF, 1993. 126 p. (Documento SIF, 008).

STEEGE, H. T.; SABATIER, D.; CASTELLANOS, H.; VAN ANDEL, T.; DUIVENVOORDEN, J.; OLIVEIRA, A. A.; EK, R.; LILWAH, R.; MAAS, P.; MORI, S. An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield. **Journal of Tropical Ecology**, 16: 801-828, 2000.

STONE, S.W. Using a geographic information system for applied policy analysis: the case of logging in the Eastern Amazon. **Ecological Economics** 27, 43–61. 1988.

SULLIVAN, A.D.; CLUTTER, J. L. A simultaneous growth and yield model for loblolly pine. **Forest Science**. 18:76-86. 1972.

SWAINE, M.D. Population dynamics of tree species in tropical forests. In: L. B. HOLM-NIELSEN, L.B.; BALSLEV, H. **Tropical forests: botanical, dynamics, speciation and diversity.** London: Academic Press, 380p. 1989.

SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. The dynamics of tree populations in tropical forest. **Journal of Tropical Ecology**, 3 (4): p. 285-9. 1987.

SWAINE, M. D.; HALL, J. B.; ALEXANDER, I. J. Tree populations dynamics at Kade, Ghana (1968-1982). **Journal of Tropical Ecology**, 3:331-345. 1987a.

SWAINE, M.D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F.E. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. **Journal of Tropical Ecology**, 3:259-369. 1987b.

UHL, C. et al. Uma abordagem integrada de pesquisa sobre o manejo dos recursos naturais na Amazônia. In BARROS, A. C.; VERÍSSIMO, A. (Ed). **A expansão da atividade madeireira na Amazônia: Impactos e perspectivas para o desenvolvimento do setor florestal na Pará.** Belém-PA, Imazon, Capítulo 5: p.143-163, 1996.

VALENTINA, H. T.; FURNIVAL, G. M. Projections with ingrowth by Markov chains. **Forest Science**, 35: 245-50, 1989.

VANCLAY, J.K. A growth model for North Queensland rainforests. **Forest Ecology and Management**. 27:245-271. 1989.

VANCLAY, J.K. Data requirements for developing growth models for tropical moist forests. **Comm. For. Ver.** 70:248-271. 1991.

VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests.** CAB International, U.K. 312p. 1994.

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R.; Uhl, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management an old Amazonian frontier: The case of Paragominas. **Forest Ecology and Management**. 55: 169-199. 1992.

VERÍSSIMO, A.; UHL, C.; MATTOS, M.; BRANDINO, Z.; VIEIRA, I. Impactos sociais, econômicos e ecológicos da exploração seletiva de madeira numa região de fronteira na Amazônia Oriental: o caso de Tailândia. In. BARROS, A.C.; VERÍSSIMO, A. (Ed.). **A expansão da atividade madeireira na Amazônia: impactos e perspectivas para o desenvolvimento do setor florestal na Pará.** Belém: IMAZON, 1996. p.8-44.

VIEIRA, S.A. **Mudanças globais e taxa de crescimento arbóreo na Amazônia**. Piracicaba. 2003. 133 p. Tese (Doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo.

VON ENDE, C.N. Repetead-Measures Analysis: Growth and Other Time-Dependent Measures. SCHEINER, S. M.; VINCENT, J. F. (Eds) **Design and Analysis of Ecological Experiments**. Yale University Press. p. 134 – 157. 2001.

WHITMORE, T.C. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD Jr, R. O. (Eds) **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. University of Chicago Press, p 3-12. 1997

YARED, J. A. G.; CARVALHO, J. O. P.; SILVA, J. N. M.; KANASHIRO, M.; MARQUES, L. C. T. **Contribuições do Projeto Silvicultura Tropical – Cooperação internacional Brasil/Reino Unido**. Belém. Embrapa Amazônia Oriental/DEFID. 2000. 28p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 52).

ZILL, D. G. **Equações diferenciais com aplicações em modelagem**. São Paulo. Pioneira Thomson Learning. 2003.

ZILL, D. G.; CULLEN, M. R. **Equações diferenciais – Volume 2**. São Paulo. MAKRON Books. 2001.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE 1 – EXPLORAÇÃO FLORESTAL

APÊNDICE 1.1 - LISTAGEM DAS ESPÉCIES EXTRAÍDAS DURANTE A EXPLORAÇÃO DE MADEIRA, NA ÁREA DE CADA TRATAMENTO (3 HA), NA FLORESTA DA JARI (Ni = ni – NÃO IDENTIFICADA)

| TRAT | FAMÍLIA         | NOME CIENTÍFICO               | NOME COMUM              | N    | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|------|-----------------|-------------------------------|-------------------------|------|---------------------|---------------------|----------|
| 1    | CAESALPINIACEAE | <i>Hymenaea courbaril</i>     | Jatobá                  | 2,00 | 0,83                | 11,22               | 72,45    |
|      | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 3,00 | 1,48                | 20,25               | 78,57    |
|      | FABACEAE        | <i>Dipteryx odorata</i>       | Cumarú                  | 1,00 | 0,39                | 5,17                | 70,20    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara bidentata</i>    | Maparajuba              | 1,00 | 0,31                | 4,09                | 63,00    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 4,00 | 1,92                | 26,50               | 75,80    |
| 2    | CAESALPINIACEAE | <i>Hymenaea courbaril</i>     | Jatobá                  | 2,00 | 1,61                | 23,24               | 98,95    |
|      | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 1,00 | 1,03                | 14,98               | 114,30   |
|      | FABACEAE        | <i>Dipteryx odorata</i>       | Cumarú                  | 1,00 | 0,49                | 6,75                | 79,30    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 3,00 | 1,05                | 13,92               | 66,40    |
| 3    | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 3,00 | 1,30                | 17,60               | 74,30    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara bidentata</i>    | Maparajuba              | 1,00 | 0,58                | 8,06                | 86,00    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 5,00 | 2,72                | 37,79               | 81,78    |
| 4    | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 3,00 | 1,71                | 23,73               | 84,50    |
|      | FABACEAE        | <i>Bowdichia nitida</i>       | Sucupira-amarela        | 1,00 | 0,57                | 7,95                | 85,50    |
|      | FABACEAE        | <i>Dipteryx odorata</i>       | Cumarú                  | 3,00 | 1,16                | 15,56               | 68,83    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 1,00 | 0,79                | 11,32               | 100,50   |
|      | VOCHYSIACEAE    | <i>Qualea albiflora</i>       | Mandioqueira-lisa       | 1,00 | 0,63                | 8,75                | 89,30    |
| 5    | CAESALPINIACEAE | <i>Hymenaea courbaril</i>     | Jatobá                  | 4,00 | 1,93                | 26,35               | 77,78    |
|      | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 7,00 | 2,79                | 37,49               | 70,57    |
|      | FABACEAE        | <i>Hymenolobium petraeum</i>  | Angelim-pedra           | 1,00 | 1,78                | 27,34               | 150,60   |
|      | FABACEAE        | <i>Platymiscium</i> spp.      | Fabaceae/platymiscium   | 1,00 | 0,27                | 3,44                | 58,20    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 3,00 | 2,13                | 30,17               | 93,73    |
| 6    | BURSERACEAE     | <i>Trattinickia rhoifolia</i> | Breu-sucuruba           | 1,00 | 0,81                | 11,56               | 101,50   |
|      | CAESALPINIACEAE | <i>Hymenaea courbaril</i>     | Jatobá                  | 2,00 | 1,55                | 22,12               | 99,45    |
|      | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 7,00 | 3,27                | 44,47               | 76,74    |
|      | FABACEAE        | <i>Dipteryx odorata</i>       | Cumarú                  | 1,00 | 0,40                | 5,43                | 71,80    |
|      | MELIACEAE       | <i>Carapa guianensis</i>      | Andiroba                | 1,00 | 0,27                | 3,52                | 58,80    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 4,00 | 3,07                | 44,15               | 95,75    |
|      | VOCHYSIACEAE    | <i>Qualea paraensis</i>       | Mandioqueira-escamosa   | 1,00 | 0,37                | 4,89                | 68,40    |
| 7    | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 5,00 | 2,22                | 30,17               | 74,30    |
|      | FABACEAE        | <i>Bowdichia nitida</i>       | Sucupira-amarela        | 1,00 | 0,38                | 5,08                | 69,60    |
|      | FABACEAE        | <i>Vatairea</i> spp.          | Fabaceae/vatairea       | 1,00 | 0,18                | 2,29                | 48,30    |
|      | NI              | Ni ni                         | Ni                      | 1,00 | 0,29                | 3,81                | 61,00    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 5,00 | 2,99                | 41,66               | 86,28    |
| 8    | BIGNONIACEAE    | <i>Tabebuia serratifolia</i>  | Pau-d'arco-amarelo      | 1,00 | 0,38                | 5,13                | 69,90    |
|      | BURSERACEAE     | <i>Trattinickia rhoifolia</i> | Breu-sucuruba           | 1,00 | 0,56                | 7,71                | 84,30    |
|      | CAESALPINIACEAE | <i>Hymenaea courbaril</i>     | Jatobá                  | 3,00 | 1,67                | 23,15               | 83,83    |
|      | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 3,00 | 1,66                | 22,93               | 83,77    |
|      | FABACEAE        | <i>Dipteryx odorata</i>       | Cumarú                  | 1,00 | 0,75                | 10,59               | 97,50    |
|      | MELIACEAE       | <i>Carapa guianensis</i>      | Andiroba                | 1,00 | 0,24                | 3,09                | 55,40    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 6,00 | 3,56                | 49,84               | 85,32    |
|      | VOCHYSIACEAE    | <i>Qualea albiflora</i>       | Mandioqueira-lisa       | 1,00 | 0,47                | 6,38                | 77,30    |
| 9    | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>          | Cupiúba                 | 4,00 | 2,79                | 39,76               | 92,05    |
|      | COMBRETACEAE    | <i>Terminalia</i> spp.        | Combretaceae/terminalia | 1,00 | 0,35                | 4,69                | 67,10    |
|      | FABACEAE        | <i>Bowdichia nitida</i>       | Sucupira-amarela        | 1,00 | 0,45                | 6,06                | 75,50    |
|      | FABACEAE        | <i>Hymenolobium excelsum</i>  | Angelim-da-mata         | 1,00 | 0,28                | 3,69                | 60,10    |
|      | FABACEAE        | <i>Hymenolobium petraeum</i>  | Angelim-pedra           | 1,00 | 2,06                | 32,05               | 162,00   |
|      | LAURACEAE       | <i>Nectandra myriantha</i>    | Louro-grande            | 1,00 | 0,62                | 8,68                | 89,00    |
|      | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>       | Maçaranduba             | 5,00 | 2,37                | 32,50               | 76,70    |



## APÊNDICE 1.1 – CONTINUAÇÃO ....

| TRAT  | FAMÍLIA         | NOME CIENTÍFICO                  | NOME COMUM            | N      | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|-------|-----------------|----------------------------------|-----------------------|--------|---------------------|---------------------|----------|
| 10    | BURSERACEAE     | <i>Trattinickia rhoifolia</i>    | Breu-sucuruba         | 1,00   | 0,74                | 10,50               | 97,10    |
|       | CAESALPINIACEAE | <i>Hymenaea courbaril</i>        | Jatobá                | 4,00   | 3,26                | 46,73               | 101,65   |
|       | CARYOCARACEAE   | <i>Caryocar villosum</i>         | Piquiá                | 1,00   | 0,86                | 12,32               | 104,50   |
|       | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>             | Cupiúba               | 4,00   | 1,53                | 20,47               | 69,33    |
|       | FABACEAE        | <i>Dipteryx odorata</i>          | Cumaru                | 3,00   | 1,48                | 20,29               | 78,63    |
|       | FABACEAE        | <i>Hymenolobium sericeum</i>     | Angelim               | 1,00   | 0,46                | 6,22                | 76,40    |
|       | MIMOSACEAE      | <i>Dinizia excelsa</i>           | Angelim-vermelho      | 1,00   | 2,70                | 43,07               | 185,50   |
|       | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>          | Maçaranduba           | 3,00   | 1,43                | 19,54               | 77,23    |
| 11    | BURSERACEAE     | <i>Protium sagotianum</i>        | Breu-preto            | 1,00   | 0,29                | 3,77                | 60,70    |
|       | CAESALPINIACEAE | <i>Vouacapoua americana</i>      | Acapu                 | 1,00   | 0,26                | 3,41                | 58,00    |
|       | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>             | Cupiúba               | 10,00  | 3,90                | 52,59               | 68,97    |
|       | LAURACEAE       | <i>Nectandra myriantha</i>       | Louro-grande          | 1,00   | 0,31                | 4,02                | 62,50    |
|       | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>          | Maçaranduba           | 6,00   | 2,94                | 40,35               | 77,93    |
|       | SAPOTACEAE      | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i> | Abiú-ucuubarana       | 1,00   | 0,32                | 4,23                | 64,00    |
|       | VOCHYSIACEAE    | <i>Qualea albiflora</i>          | Mandioqueira-lisa     | 2,00   | 1,09                | 14,99               | 82,90    |
|       | VOCHYSIACEAE    | <i>Qualea paraensis</i>          | Mandioqueira-escamosa | 1,00   | 0,53                | 7,34                | 82,40    |
| 12    | CAESALPINIACEAE | <i>Hymenaea courbaril</i>        | Jatobá                | 3,00   | 1,92                | 26,93               | 90,27    |
|       | CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>             | Cupiúba               | 3,00   | 1,37                | 19,00               | 72,47    |
|       | FABACEAE        | <i>Dipteryx odorata</i>          | Cumaru                | 3,00   | 1,77                | 24,93               | 84,20    |
|       | FABACEAE        | <i>Hymenolobium sericeum</i>     | Angelim               | 1,00   | 0,39                | 5,22                | 70,50    |
|       | LAURACEAE       | <i>Licaria canella</i>           | Louro-preto           | 2,00   | 0,75                | 10,01               | 68,85    |
|       | SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>          | Maçaranduba           | 8,00   | 4,64                | 64,86               | 84,45    |
| TOTAL |                 |                                  |                       | 174,00 | 94,45               | 1317,85             | 82,12    |

APÊNDICE 1.2 – ÁRVORES COLHIDAS POR ESPÉCIE DURANTE A EXPLORAÇÃO DE MADEIRA EM TODOS OS TRATAMENTOS (36 HA), NA FLORESTA DA JARI (Ni = ni – NÃO IDENTIFICADA)

| FAMÍLIA         | NOME CIENTÍFICO                  | NOME COMUM              | N     | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------|-------|---------------------|---------------------|----------|
| FABACEAE        | <i>Bowdichia nitida</i>          | Sucupira-amarela        | 3,00  | 1,4                 | 19,09               | 76,87    |
| MELIACEAE       | <i>Carapa guianensis</i>         | Andiroba                | 2,00  | 0,51                | 6,61                | 57,10    |
| CARYOCARACEAE   | <i>Caryocar villosum</i>         | Piquiá                  | 1,00  | 0,86                | 12,32               | 104,50   |
| MIMOSACEAE      | <i>Dinizia excelsa</i>           | Angelim-vermelho        | 1,00  | 2,7                 | 43,07               | 185,50   |
| FABACEAE        | <i>Dipteryx odorata</i>          | Cumaru                  | 13,00 | 6,44                | 88,72               | 78,64    |
| CELASTRACEAE    | <i>Goupia glabra</i>             | Cupiúba                 | 53,00 | 25,05               | 343,44              | 79,99    |
| CAESALPINIACEAE | <i>Hymenaea courbaril</i>        | Jatobá                  | 20,00 | 12,77               | 179,74              | 89,20    |
| FABACEAE        | <i>Hymenolobium excelsum</i>     | Angelim-da-mata         | 1,00  | 0,28                | 3,69                | 60,10    |
| FABACEAE        | <i>Hymenolobium petraeum</i>     | Angelim-pedra           | 2,00  | 3,84                | 59,39               | 156,30   |
| FABACEAE        | <i>Hymenolobium sericeum</i>     | Angelim                 | 2,00  | 0,85                | 11,44               | 73,45    |
| LAURACEAE       | <i>Licaria canella</i>           | Louro-preto             | 2,00  | 0,75                | 10,01               | 68,85    |
| SAPOTACEAE      | <i>Manilkara bidentada</i>       | Maparajuba              | 2,00  | 0,89                | 12,15               | 74,50    |
| SAPOTACEAE      | <i>Manilkara huberi</i>          | Maçaranduba             | 53,00 | 29,61               | 412,6               | 83,49    |
| LAURACEAE       | <i>Nectandra myriantha</i>       | Louro-grande            | 2,00  | 0,93                | 12,7                | 75,75    |
| NI              | Ni ni                            | Ni                      | 1,00  | 0,29                | 3,81                | 61,00    |
| FABACEAE        | <i>Platymiscium</i> spp.         | Fabaceae/platymiscium   | 1,00  | 0,27                | 3,44                | 58,20    |
| BURSERACEAE     | <i>Protium sagotianum</i>        | Breu-preto              | 1,00  | 0,29                | 3,77                | 60,70    |
| VOCHYSIACEAE    | <i>Qualea albiflora</i>          | Mandioqueira-lisa       | 4,00  | 2,19                | 30,12               | 83,17    |
| VOCHYSIACEAE    | <i>Qualea paraensis</i>          | Mandioqueira-escamosa   | 2,00  | 0,9                 | 12,23               | 75,40    |
| SAPOTACEAE      | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i> | Abiú-ucuubarana         | 1,00  | 0,32                | 4,23                | 64,00    |
| BIGNONIACEAE    | <i>Tabebuia serratifolia</i>     | Pau-d'arco-amarelo      | 1,00  | 0,38                | 5,13                | 69,90    |
| COMBRETACEAE    | <i>Terminalia</i> spp.           | Combretaceae/terminalia | 1,00  | 0,35                | 4,69                | 67,10    |
| BURSERACEAE     | <i>Trattinickia rhoifolia</i>    | Breu-sucuruba           | 3,00  | 2,11                | 29,77               | 94,30    |
| FABACEAE        | <i>Vatairea</i> spp.             | Fabaceae/vatairea       | 1,00  | 0,18                | 2,29                | 48,30    |
| CAESALPINIACEAE | <i>Vouacapoua americana</i>      | Acapu                   | 1,00  | 0,26                | 3,41                | 58,00    |

APÊNDICE 1.3 – ÁRVORES COLHIDAS POR FAMÍLIAS DURANTE A EXPLORAÇÃO DE MADEIRA EM TODOS OS TRATAMENTOS (36 HA), NA FLORESTA DA JARI (Ni = ni – NÃO IDENTIFICADA)

| FAMÍLIA         | N     | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|-----------------|-------|---------------------|---------------------|----------|
| BIGNONIACEAE    | 1,00  | 0,38                | 5,13                | 69,90    |
| BURSERACEAE     | 4,00  | 2,40                | 33,54               | 85,90    |
| CAESALPINIACEAE | 21,00 | 13,03               | 183,15              | 85,30    |
| CARYOCARACEAE   | 1,00  | 0,86                | 12,32               | 104,50   |
| CELASTRACEAE    | 53,00 | 25,05               | 343,44              | 79,99    |
| COMBRETACEAE    | 1,00  | 0,35                | 4,69                | 67,10    |
| FABACEAE        | 23,00 | 13,26               | 188,06              | 82,77    |
| LAURACEAE       | 4,00  | 1,68                | 22,71               | 73,45    |
| MELIACEAE       | 2,00  | 0,51                | 6,61                | 57,10    |
| MIMOSACEAE      | 1,00  | 2,70                | 43,07               | 185,50   |
| NI              | 1,00  | 0,29                | 3,81                | 61,00    |
| SAPOTACEAE      | 56,00 | 30,82               | 428,98              | 80,99    |
| VOCHYSIACEAE    | 6,00  | 3,09                | 42,35               | 80,06    |

## APÊNDICE 2 – TRATAMENTOS SILVICULTURAIS

APÊNDICE 2.1 - LISTAGEM DAS ESPÉCIES ANELADAS DURANTE A APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS, NA ÁREA DE CADA TRATAMENTO (3 HA), NA FLORESTA DA JARI (Ni = ni – NÃO IDENTIFICADA)

| TRAT | Família          | NOME CIENTÍFICO                      | NOME COMUM                | N    | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|------|------------------|--------------------------------------|---------------------------|------|---------------------|---------------------|----------|
| 2    | Anacardiaceae    | <i>Tapirira guianensis</i>           | Tatapiririca              | 1,00 | 0,16                | 2,01                | 45,50    |
|      | Annonaceae       | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>       | Envira-branca             | 1,00 | 0,03                | 0,29                | 20,60    |
|      | Apocynaceae      | <i>Aspidosperma</i> spp.             | Apocynaceae/aspidosperma  | 1,00 | 0,04                | 0,41                | 23,50    |
|      | Apocynaceae      | <i>Geissospermum sericeum</i>        | Quinarana                 | 8,00 | 1,37                | 16,84               | 44,40    |
|      | Caesalpinhiaceae | <i>Swartzia polyphylla</i>           | Pitaíca                   | 1,00 | 0,07                | 0,67                | 28,90    |
|      | Celastraceae     | <i>Maytenus floribunda</i>           | Xixuá-vermelho            | 3,00 | 0,18                | 1,85                | 27,47    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea obtusa</i>                | Urucurana-vermelha        | 2,00 | 0,09                | 0,89                | 24,05    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Drypetes variabilis</i>           | Maparana                  | 3,00 | 0,12                | 1,11                | 22,53    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Mabea caudata</i>                 | Taquari                   | 1,00 | 0,05                | 0,52                | 26,00    |
|      | Icaciniaceae     | <i>Dendrobangia boliviana</i>        | Caferana (taperebarana)   | 2,00 | 0,47                | 6,15                | 49,75    |
|      | Lecythidaceae    | <i>Corytophora rimosa</i>            | Castanharana              | 1,00 | 0,22                | 2,84                | 53,30    |
|      | Lecythidaceae    | <i>Eschweilera jurunensis</i>        | Matamatá-amarelo          | 1,00 | 0,37                | 4,90                | 68,50    |
|      | Malpighiaceae    | <i>Byrsonima stipulacea</i>          | Muruci-da-mata            | 1,00 | 0,06                | 0,57                | 26,90    |
|      | Melastomataceae  | <i>Belucia dichotoma</i>             | Goiaba-de-anta            | 1,00 | 0,06                | 0,56                | 26,70    |
|      | Melastomataceae  | <i>Mouriri callocarpa</i>            | Muiruába-amarela          | 8,00 | 1,03                | 12,01               | 39,28    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga alba</i>                     | Ingá-xixi                 | 2,00 | 0,52                | 6,78                | 57,40    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga paraensis</i>                | Ingá-vermelho             | 1,00 | 0,08                | 0,89                | 32,80    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga rubiginosa</i>               | Ingá-peludo               | 1,00 | 0,05                | 0,54                | 26,40    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga</i> spp.                     | Mimosaceae/ingá           | 3,00 | 0,16                | 1,63                | 26,33    |
|      | Mimosaceae       | <i>Pithecellobium cochleatum</i>     | Ingá-de-rosca             | 1,00 | 0,07                | 0,73                | 30,10    |
|      | Mimosaceae       | <i>Pithecellobium decandrum</i>      | Saboeiro-amarelo          | 1,00 | 0,07                | 0,75                | 30,40    |
|      | Mimosaceae       | <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> | Timborana                 | 1,00 | 0,95                | 13,72               | 109,80   |
|      | Monimiaceae      | <i>Siparuna guianensis</i>           | Capitiú-grande            | 4,00 | 0,17                | 1,59                | 23,18    |
|      | Moraceae         | <i>Cecropia sciadophylla</i>         | Torém                     | 5,00 | 0,32                | 3,20                | 28,10    |
|      | Moraceae         | <i>Helicostylis</i> spp.             | Moraceae/helicostylis     | 2,00 | 0,11                | 1,05                | 25,80    |
|      | Myristicaceae    | <i>Myrciaria floribunda</i>          | Goiabinha                 | 1,00 | 0,05                | 0,48                | 25,00    |
|      | Ni               | Ni ni                                | Ni                        | 2,00 | 0,07                | 0,65                | 21,45    |
|      | Nyctaginaceae    | <i>Neea constricta</i>               | João-mole                 | 3,00 | 0,20                | 2,06                | 28,30    |
|      | Rubiaceae        | <i>Chimarrhis turbinata</i>          | Pau-de-remo               | 1,00 | 0,13                | 1,40                | 40,40    |
|      | Sapotaceae       | <i>Micropholis guianensis</i>        | Mangabarana               | 1,00 | 0,28                | 3,59                | 59,40    |
|      | Sapotaceae       | Ni ni                                | Sapotaceae                | 1,00 | 0,31                | 4,13                | 63,30    |
|      | Sapotaceae       | <i>Pouteria laurifolia</i>           | Abiú-seco                 | 1,00 | 0,09                | 0,99                | 34,50    |
|      | Sapotaceae       | <i>Pouteria</i> spp.                 | Sapotaceae/pouteria       | 1,00 | 0,31                | 4,00                | 62,40    |
|      | Sapotaceae       | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i>     | Abiú-ucuubarana           | 2,00 | 0,55                | 7,16                | 58,40    |
|      | Ulmaceae         | <i>Ampelocera edentula</i>           | Trapia (trapiarana)       | 1,00 | 0,09                | 0,97                | 34,10    |
|      | Violaceae        | <i>Rinorea lindeniana</i>            | Canela-de-jacamim         | 1,00 | 0,03                | 0,27                | 20,00    |
| 3    | Annonaceae       | <i>Guatteria poeppigiana</i>         | Envira-preta              | 1,00 | 0,11                | 1,19                | 37,40    |
|      | Apocynaceae      | <i>Geissospermum sericeum</i>        | Quinarana                 | 7,00 | 1,01                | 11,75               | 41,11    |
|      | Caesalpinhiaceae | <i>Dialium guianensis</i>            | Jutaí-pororoca            | 1,00 | 0,07                | 0,72                | 29,80    |
|      | Caesalpinhiaceae | <i>Swartzia polyphylla</i>           | Pitaíca                   | 1,00 | 0,04                | 0,37                | 22,70    |
|      | Celastraceae     | <i>Maytenus floribunda</i>           | Xixuá-vermelho            | 4,00 | 0,46                | 5,13                | 37,58    |
|      | Chrysobalanaceae | <i>Hirtella</i> spp.                 | Chrysobalanaceae/hirtella | 1,00 | 0,04                | 0,40                | 23,40    |
|      | Chrysobalanaceae | <i>Licania heteromorpha</i>          | Macucu                    | 1,00 | 0,09                | 0,99                | 34,40    |
|      | Ebenaceae        | <i>Diospyros</i> spp.                | Ebenaceae/diospyros       | 1,00 | 0,04                | 0,39                | 23,00    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea grandis</i>               | Urucurana-branca          | 2,00 | 0,18                | 1,90                | 32,80    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea obtusa</i>                | Urucurana-vermelha        | 2,00 | 0,11                | 1,14                | 26,75    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea</i> spp.                  | Elaeocarpaceae/sloanea    | 2,00 | 0,09                | 0,88                | 24,25    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Conceveiba guianensis</i>         | Arraieira                 | 1,00 | 0,04                | 0,32                | 21,30    |

## APÊNDICE 2.1 – CONTINUAÇÃO...

| TRAT | Família         | NOME CIENTÍFICO                   | NOME COMUM                    | N    | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|------|---------------------|---------------------|----------|
| 3    | Euphorbiaceae   | <i>Drypetes variabilis</i>        | Maparana                      | 1,00 | 0,05                | 0,47                | 24,80    |
|      | Euphorbiaceae   | <i>Mabea caudata</i>              | Taquari                       | 3,00 | 0,13                | 1,20                | 23,20    |
|      | Euphorbiaceae   | <i>Pogonophora schomburgkiana</i> | Aracapuri, amarelinho/tapajós | 1,00 | 0,05                | 0,49                | 25,40    |
|      | Fabaceae        | <i>Ormosia flava</i>              | Tento-preto                   | 1,00 | 0,24                | 3,12                | 55,70    |
|      | Lecythidaceae   | <i>Corytophora rimosa</i>         | Castanharana                  | 1,00 | 0,34                | 4,43                | 65,40    |
|      | Lecythidaceae   | <i>Eschweilera jurunensis</i>     | Matamatá-amarelo              | 1,00 | 0,35                | 4,64                | 66,80    |
|      | Melastomataceae | <i>Mouriri callocarpa</i>         | Muiráuba-amarela              | 3,00 | 0,19                | 1,89                | 27,87    |
|      | Mimosaceae      | <i>Inga alba</i>                  | Ingá-xixi                     | 2,00 | 0,83                | 11,17               | 72,70    |
|      | Mimosaceae      | <i>Inga capitata</i>              | Ingá-costela                  | 1,00 | 0,04                | 0,41                | 23,60    |
|      | Mimosaceae      | <i>Inga heterophylla</i>          | Ingá-xixi-vermelho            | 1,00 | 0,10                | 1,04                | 35,20    |
|      | Mimosaceae      | <i>Inga paraensis</i>             | Ingá-vermelho                 | 1,00 | 0,08                | 0,88                | 32,70    |
|      | Mimosaceae      | <i>Inga rubiginosa</i>            | Ingá-peludo                   | 1,00 | 0,07                | 0,72                | 29,80    |
|      | Mimosaceae      | <i>Pithecellobium cochleatum</i>  | Ingá-de-rosca                 | 1,00 | 0,06                | 0,56                | 26,70    |
|      | Mimosaceae      | <i>Pithecellobium spp.</i>        | Mimosaceae/pithecellobium     | 1,00 | 0,11                | 1,22                | 37,90    |
|      | Monimiaceae     | <i>Siparuna decipiens</i>         | Capitiú                       | 1,00 | 0,04                | 0,36                | 22,30    |
|      | Monimiaceae     | <i>Siparuna guianensis</i>        | Capitiú-grande                | 1,00 | 0,04                | 0,32                | 21,30    |
|      | Moraceae        | <i>Cecropia sciadophylla</i>      | Torém                         | 1,00 | 0,11                | 1,15                | 36,80    |
|      | Moraceae        | <i>Pourouma spp.</i>              | Moraceae/pourouma             | 1,00 | 0,03                | 0,29                | 20,70    |
|      | Moraceae        | <i>Pourouma vilosa</i>            | Mapatirana (mapati-branca)    | 1,00 | 0,05                | 0,46                | 24,70    |
|      | Myrtaceae       | <i>Myrcia falax</i>               | Murta                         | 2,00 | 0,09                | 0,89                | 24,30    |
|      | Myrtaceae       | Ni ni                             | Myrtaceae                     | 1,00 | 0,04                | 0,41                | 23,60    |
|      | Ni              | Ni ni                             | Ni                            | 4,00 | 0,33                | 3,77                | 28,98    |
|      | Sapindaceae     | <i>Cupania cf. hirsuta</i>        | Pau-de-espeto                 | 1,00 | 0,04                | 0,39                | 23,10    |
|      | Sapotaceae      | <i>Micropholis guianensis</i>     | Mangabarana                   | 4,00 | 1,07                | 13,90               | 57,88    |
|      | Sapotaceae      | <i>Pouteria macrocarpa</i>        | Abiú-cutite                   | 1,00 | 0,27                | 3,55                | 59,10    |
|      | Sapotaceae      | <i>Pouteria spp.</i>              | Sapotaceae/pouteria           | 5,00 | 1,16                | 14,99               | 50,98    |
|      | Sapotaceae      | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i>  | Abiú-ucuubarana               | 3,00 | 1,15                | 15,35               | 69,23    |
|      | Violaceae       | <i>Rinorea guianensis</i>         | Acariquarana                  | 1,00 | 0,04                | 0,37                | 22,60    |
| 4    | Apocynaceae     | <i>Geissospermum sericeum</i>     | Quinarana                     | 3,00 | 0,43                | 4,97                | 41,87    |
|      | Bombacaceae     | <i>Bombacopsis nervosa</i>        | Mamorana-da-terra-firme       | 1,00 | 0,07                | 0,76                | 30,60    |
|      | Caesalpiniaceae | Ni ni                             | Caesalpiniaceae               | 1,00 | 0,09                | 0,90                | 33,00    |
|      | Celastraceae    | <i>Maytenus floribunda</i>        | Xixuá-vermelho                | 3,00 | 0,19                | 1,97                | 28,60    |
|      | Elaeocarpaceae  | <i>Sloanea spp.</i>               | Elaeocarpaceae/sloanea        | 2,00 | 0,31                | 3,71                | 43,40    |
|      | Euphorbiaceae   | <i>Drypetes variabilis</i>        | Maparana                      | 1,00 | 0,11                | 1,14                | 36,70    |
|      | Melastomataceae | <i>Miconia surinamensis</i>       | Tinteiro                      | 1,00 | 0,13                | 1,41                | 40,50    |
|      | Melastomataceae | <i>Mouriri callocarpa</i>         | Muiráuba-amarela              | 2,00 | 0,26                | 3,04                | 39,95    |
|      | Mimosaceae      | <i>Inga alba</i>                  | Ingá-xixi                     | 4,00 | 1,00                | 12,76               | 55,03    |
|      | Mimosaceae      | <i>Inga heterophylla</i>          | Ingá-xixi-vermelho            | 2,00 | 0,31                | 3,68                | 44,10    |
|      | Mimosaceae      | <i>Inga paraensis</i>             | Ingá-vermelho                 | 1,00 | 0,10                | 1,05                | 35,40    |
|      | Mimosaceae      | <i>Pithecellobium cochleatum</i>  | Ingá-de-rosca                 | 1,00 | 0,12                | 1,28                | 38,70    |
|      | Moraceae        | <i>Cecropia obtusa</i>            | Embaúba-branca                | 1,00 | 0,05                | 0,54                | 26,40    |
|      | Moraceae        | <i>Pourouma vilosa</i>            | Mapatirana (mapati-branca)    | 1,00 | 0,11                | 1,17                | 37,10    |
| 6    | Olacaceae       | <i>Minquartia guianensis</i>      | Acariquara                    | 1,00 | 0,10                | 1,11                | 36,20    |
|      | Anacardiaceae   | <i>Thyrsodium guianensis</i>      | Amapanaré                     | 1,00 | 0,05                | 0,45                | 24,50    |
|      | Annonaceae      | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>    | Envira-branca                 | 1,00 | 0,04                | 0,35                | 22,00    |
|      | Apocynaceae     | <i>Aspidosperma spp.</i>          | Apocynaceae/aspidosperma      | 1,00 | 0,08                | 0,83                | 31,80    |
|      | Apocynaceae     | <i>Aspidosperma spruceana</i>     | Carapanuba                    | 1,00 | 0,21                | 2,62                | 51,40    |
|      | Apocynaceae     | <i>Geissospermum sericeum</i>     | Quinarana                     | 8,00 | 0,61                | 6,32                | 30,63    |
|      | Caesalpiniaceae | <i>Sclerolobium tinctorium</i>    | Taxi-pitomba                  | 3,00 | 0,69                | 8,79                | 53,83    |
|      | Caesalpiniaceae | <i>Swartzia polyphylla</i>        | Pitaíca                       | 1,00 | 0,11                | 1,14                | 36,70    |

## APÊNDICE 2.1 – CONTINUAÇÃO...

| TRAT | Família          | NOME CIENTÍFICO                 | NOME COMUM                   | N     | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|------|------------------|---------------------------------|------------------------------|-------|---------------------|---------------------|----------|
| 6    | Celastraceae     | <i>Maytenus floribunda</i>      | Xixuá-vermelho               | 5,00  | 0,33                | 3,39                | 28,88    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea obtusa</i>           | Urucurana-vermelha           | 1,00  | 0,09                | 0,98                | 34,20    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Drypetes variabilis</i>      | Maparana                     | 1,00  | 0,05                | 0,52                | 25,90    |
|      | Flacourtiaceae   | <i>Casearia favitensis</i>      | Café-do-diabo                | 1,00  | 0,04                | 0,37                | 22,60    |
|      | Lecythidaceae    | <i>Corytophora rimosa</i>       | Castanharana                 | 2,00  | 0,53                | 6,89                | 57,20    |
|      | Lecythidaceae    | <i>Eschweilera</i> spp.         | Lecythidaceae/eschweilera    | 1,00  | 0,03                | 0,31                | 21,10    |
|      | Melastomataceae  | <i>Mouriri callocarpa</i>       | Muirauába-amarela            | 4,00  | 0,57                | 6,97                | 38,63    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga alba</i>                | Ingá-xixi                    | 1,00  | 0,17                | 2,14                | 46,80    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga heterophylla</i>        | Ingá-xixi-vermelho           | 2,00  | 0,13                | 1,35                | 28,90    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga paraensis</i>           | Ingá-vermelho                | 6,00  | 0,32                | 3,21                | 26,10    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga</i> spp.                | Mimosaceae/inga              | 5,00  | 0,35                | 3,57                | 28,66    |
|      | Moraceae         | <i>Cecropia sciadophylla</i>    | Torém                        | 5,00  | 0,52                | 5,54                | 36,08    |
|      | Moraceae         | Ni ni                           | Moraceae                     | 1,00  | 0,05                | 0,48                | 25,10    |
|      | Moraceae         | <i>Pourouma vilosa</i>          | Mapatirana (mapati-branca)   | 2,00  | 0,17                | 1,77                | 32,65    |
|      | Ni               | Ni ni                           | Ni                           | 2,00  | 0,21                | 2,49                | 33,90    |
|      | Opiliaceae       | <i>Agonandra brasiliensis</i>   | Pau-marfim                   | 1,00  | 0,10                | 1,09                | 36,00    |
|      | Sapotaceae       | <i>Micropholis guianensis</i>   | Mangabarana                  | 1,00  | 0,44                | 5,92                | 74,70    |
|      | Sapotaceae       | Ni ni                           | Sapotaceae                   | 1,00  | 0,04                | 0,41                | 23,60    |
|      | Violaceae        | <i>Rinorea lindeniana</i>       | Canela-de-jacamim            | 1,00  | 0,04                | 0,31                | 21,20    |
| 7    | Apocynaceae      | <i>Aspidosperma</i> spp.        | Apocynaceae/aspidosperma     | 2,00  | 0,45                | 5,74                | 53,50    |
|      | Apocynaceae      | <i>Geissospermum sericeum</i>   | Quinarana                    | 15,00 | 1,89                | 22,20               | 38,61    |
|      | Chrysobalanaceae | <i>Parinari excelsa</i>         | Parinari                     | 1,00  | 0,19                | 2,42                | 49,50    |
|      | Ebenaceae        | <i>Diospyros praetermissa</i>   | Caqui-preto                  | 1,00  | 0,17                | 2,06                | 46,00    |
|      | Ebenaceae        | <i>Diospyros santaremnensis</i> | Caqui-amarelo                | 1,00  | 0,08                | 0,89                | 32,80    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea</i> spp.             | Elaeocarpaceae/sloanea       | 1,00  | 0,09                | 0,93                | 33,50    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Drypetes variabilis</i>      | Maparana                     | 2,00  | 0,12                | 1,25                | 27,95    |
|      | Humiriaceae      | <i>Endopleura uchi</i>          | Uxi                          | 1,00  | 0,44                | 5,98                | 75,00    |
|      | Lecythidaceae    | <i>Corytophora rimosa</i>       | Castanharana                 | 1,00  | 0,49                | 6,64                | 78,70    |
|      | Malpighiaceae    | <i>Byrsonima densa</i>          | Muruci-branco                | 1,00  | 0,17                | 2,06                | 46,00    |
|      | Melastomataceae  | <i>Mouriri callocarpa</i>       | Muirauába-amarela            | 3,00  | 0,43                | 5,00                | 42,63    |
|      | Melastomataceae  | <i>Mouriria</i> spp.            | Melastomataceae/mouriria     | 1,00  | 0,07                | 0,70                | 29,50    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga paraensis</i>           | Ingá-vermelho                | 2,00  | 0,26                | 2,84                | 40,65    |
|      | Moraceae         | <i>Brosimum</i> spp.            | Moraceae/brosimum            | 1,00  | 0,06                | 0,60                | 27,60    |
|      | Sapindaceae      | <i>Toulicia acutifolia</i>      | Pitomba                      | 1,00  | 0,06                | 0,55                | 26,50    |
|      | Sapotaceae       | Ni ni                           | Sapotaceae                   | 1,00  | 0,07                | 0,70                | 29,40    |
|      | Sapotaceae       | <i>Pouteria</i> spp.            | Sapotaceae/pouteria          | 2,00  | 0,52                | 6,67                | 57,35    |
|      | Ulmaceae         | <i>Ampelocera edentula</i>      | Trapia (trapiarana)          | 1,00  | 0,04                | 0,34                | 21,90    |
| 8    | Anacardiaceae    | <i>Tapirira guianensis</i>      | Tatapiririca                 | 1,00  | 0,09                | 0,92                | 33,30    |
|      | Annonaceae       | <i>Duguetia surinamensis</i>    | Envira-surucucu              | 1,00  | 0,03                | 0,29                | 20,70    |
|      | Apocynaceae      | <i>Geissospermum sericeum</i>   | Quinarana                    | 6,00  | 0,48                | 5,05                | 31,35    |
|      | Bombacaceae      | <i>Bombacopsis nervosa</i>      | Mamorana-da-terra-firme      | 1,00  | 0,03                | 0,28                | 20,20    |
|      | Caesalpiniaceae  | <i>Dialium guianensis</i>       | Jutaí-pororoca               | 1,00  | 0,04                | 0,37                | 22,70    |
|      | Caesalpiniaceae  | <i>Sclerolobium</i> spp.        | Caesalpiniaceae/sclerolobium | 2,00  | 1,24                | 17,32               | 88,85    |
|      | Caesalpiniaceae  | <i>Swartzia polyphylla</i>      | Pitaíca                      | 1,00  | 0,38                | 5,03                | 69,30    |
|      | Celastraceae     | <i>Maytenus floribunda</i>      | Xixuá-vermelho               | 4,00  | 0,24                | 2,41                | 27,35    |
|      | Chrysobalanaceae | <i>Licania latifolia</i>        | Macucu-vermelho              | 3,00  | 0,11                | 1,04                | 21,90    |
|      | Chrysobalanaceae | <i>Licania robusta</i>          | Cariperana-amarela           | 1,00  | 0,26                | 3,36                | 57,60    |
|      | Ebenaceae        | <i>Diospyros</i> spp.           | Ebenaceae/diospyros          | 1,00  | 0,04                | 0,37                | 22,50    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea grandis</i>          | Urucurana-branca             | 1,00  | 0,10                | 1,08                | 35,80    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea obtusa</i>           | Urucurana-vermelha           | 2,00  | 0,17                | 1,75                | 32,25    |

## APÊNDICE 2.1 – CONTINUAÇÃO...

| TRAT | Família          | NOME CIENTÍFICO                      | NOME COMUM                    | N     | G (m²) | V (m³) | DAP (cm) |
|------|------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-------|--------|--------|----------|
| 8    | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea spp.</i>                  | Elaeocarpaceae/sloanea        | 1,00  | 0,24   | 3,10   | 55,50    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Drypetes variabilis</i>           | Maparana                      | 3,00  | 0,18   | 1,80   | 27,07    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Pogonophora schomburgkiana</i>    | Aracapuri, amarelinho/tapajos | 1,00  | 0,15   | 1,66   | 43,70    |
|      | Lauraceae        | <i>Beilschwendia spp.</i>            | Lauraceae/beilschwendia       | 1,00  | 0,06   | 0,64   | 28,30    |
|      | Lecythidaceae    | <i>Gustavia augusta</i>              | Geniparana                    | 1,00  | 0,04   | 0,31   | 21,20    |
|      | Malpighiaceae    | <i>Byrsonima densa</i>               | Muruci-branco                 | 1,00  | 0,05   | 0,51   | 25,70    |
|      | Melastomataceae  | <i>Belucia dichotoma</i>             | Goiaba-de-anta                | 1,00  | 0,03   | 0,31   | 21,00    |
|      | Melastomataceae  | <i>Mouriri callocarpa</i>            | Muiráuba-amarela              | 2,00  | 0,15   | 1,51   | 30,45    |
|      | Melastomataceae  | <i>Mouriria spp.</i>                 | Melastomotaceae/mouriria      | 1,00  | 0,13   | 1,45   | 41,00    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga alba</i>                     | Ingá-xixi                     | 2,00  | 0,41   | 5,12   | 50,85    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga heterophylla</i>             | Ingá-xixi-vermelho            | 1,00  | 0,13   | 1,45   | 41,00    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga paraensis</i>                | Ingá-vermelho                 | 1,00  | 0,07   | 0,68   | 29,20    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga spp.</i>                     | Mimosaceae/inga               | 2,00  | 0,09   | 0,86   | 23,95    |
|      | Monimiaceae      | <i>Siparuna guianensis</i>           | Capitiú-grande                | 3,00  | 0,13   | 1,18   | 22,97    |
|      | Moraceae         | <i>Cecropia sciadophylla</i>         | Torém                         | 6,00  | 0,43   | 4,43   | 29,80    |
|      | Moraceae         | <i>Pourouma miror</i>                | Mapatirana-branca             | 1,00  | 0,03   | 0,31   | 21,00    |
|      | Moraceae         | <i>Pourouma vilosa</i>               | Mapatirana (mapati-branca)    | 1,00  | 0,04   | 0,39   | 23,10    |
|      | Myristicaceae    | <i>Myrciaria floribunda</i>          | Goiabinha                     | 1,00  | 0,07   | 0,75   | 30,40    |
|      | Myrtaceae        | <i>Myrcia falax</i>                  | Murta                         | 3,00  | 0,16   | 1,60   | 26,17    |
|      | Ni               | Ni ni                                | Ni                            | 1,00  | 0,03   | 0,28   | 20,20    |
|      | Nyctaginaceae    | <i>Neea constricta</i>               | João-mole                     | 4,00  | 0,25   | 2,57   | 28,28    |
|      | Olacaceae        | <i>Dulacia guianensis</i>            | Muirapuamarana                | 1,00  | 0,06   | 0,58   | 27,10    |
|      | Olacaceae        | <i>Minuartia guianensis</i>          | Acariquara                    | 1,00  | 0,59   | 8,16   | 86,50    |
|      | Rubiaceae        | <i>Chimarrhis turbinata</i>          | Pau-de-remo                   | 2,00  | 0,12   | 1,15   | 27,10    |
|      | Sapotaceae       | <i>Pouteria spp.</i>                 | Sapotaceae/pouteria           | 1,00  | 0,55   | 7,57   | 83,60    |
|      | Sapotaceae       | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i>     | Abiú-ucuubarana               | 1,00  | 0,44   | 5,99   | 75,10    |
|      | Sterculiaceae    | <i>Sterculia excelsa var. pilosa</i> | Capoteiro                     | 1,00  | 0,17   | 2,07   | 46,10    |
|      | Violaceae        | <i>Rinorea guianensis</i>            | Acariquarana                  | 2,00  | 0,09   | 0,89   | 24,30    |
| 10   | Annonaceae       | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>       | Envira-branca                 | 8,00  | 0,31   | 2,88   | 22,33    |
|      | Apocynaceae      | <i>Aspidosperma paraensis</i>        | Carapanauba-amarela           | 1,00  | 0,87   | 12,45  | 105,00   |
|      | Apocynaceae      | <i>Geissospermum sericeum</i>        | Quinarana                     | 17,00 | 1,75   | 19,60  | 34,78    |
|      | Bombacaceae      | <i>Pseudobombax munguba</i>          | Munguba                       | 1,00  | 0,03   | 0,30   | 20,90    |
|      | Caesalpiniaceae  | Ni ni                                | Caesalpiniaceae               | 1,00  | 0,04   | 0,38   | 22,90    |
|      | Celastraceae     | <i>Maytenus floribunda</i>           | Xixuá-vermelho                | 4,00  | 0,31   | 3,21   | 30,50    |
|      | Chrysobalanaceae | <i>Hirtella spp.</i>                 | Chrysobalanaceae/hirtella     | 1,00  | 0,08   | 0,83   | 31,80    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea obtusa</i>                | Urucurana-vermelha            | 1,00  | 0,06   | 0,58   | 27,10    |
|      | Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea spp.</i>                  | Elaeocarpaceae/sloanea        | 1,00  | 0,19   | 2,37   | 49,10    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Conceveibastrum martianum</i>     | Arraieira-branca              | 1,00  | 0,04   | 0,37   | 22,50    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Drypetes variabilis</i>           | Maparana                      | 3,00  | 0,17   | 1,63   | 26,37    |
|      | Euphorbiaceae    | <i>Mabea caudata</i>                 | Taquari                       | 1,00  | 0,05   | 0,51   | 25,70    |
|      | Malpighiaceae    | <i>Byrsonima densa</i>               | Muruci-branco                 | 1,00  | 0,07   | 0,74   | 30,20    |
|      | Melastomataceae  | <i>Mouriri callocarpa</i>            | Muiráuba-amarela              | 3,00  | 0,59   | 7,39   | 49,73    |
|      | Melastomataceae  | <i>Mouriria spp.</i>                 | Melastomotaceae/mouriria      | 1,00  | 0,07   | 0,73   | 30,00    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga alba</i>                     | Ingá-xixi                     | 3,00  | 0,20   | 2,10   | 28,77    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga paraensis</i>                | Ingá-vermelho                 | 1,00  | 0,11   | 1,15   | 36,90    |
|      | Mimosaceae       | <i>Inga spp.</i>                     | Mimosaceae/inga               | 6,00  | 0,33   | 3,31   | 26,25    |
|      | Mimosaceae       | <i>Parkia ulei</i>                   | Esponjeira                    | 1,00  | 0,40   | 5,40   | 71,60    |
|      | Mimosaceae       | <i>Pithecellobium cochleatum</i>     | Ingá-de-rosca                 | 1,00  | 0,04   | 0,39   | 23,00    |
|      | Mimosaceae       | <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> | Timborana                     | 1,00  | 0,77   | 10,93  | 98,90    |
|      | Monimiaceae      | <i>Siparuna spp.</i>                 | Monimiaceae/siparuna          | 1,00  | 0,05   | 0,52   | 26,00    |

## APÊNDICE 2.1 – CONTINUAÇÃO...

| TRAT  | Família         | NOME CIENTÍFICO                 | NOME COMUM                 | N      | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|-------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|--------|---------------------|---------------------|----------|
| 10    | Moraceae        | <i>Cecropia obtusa</i>          | Embaúba-branca             | 1,00   | 0,04                | 0,37                | 22,70    |
|       | Moraceae        | <i>Cecropia sciadophylla</i>    | Torém                      | 12,00  | 0,72                | 7,54                | 26,57    |
|       | Moraceae        | <i>Pourouma</i> spp.            | Moraceae/pourouma          | 1,00   | 0,04                | 0,31                | 21,20    |
|       | Moraceae        | <i>Pourouma vilosa</i>          | Mapatirana (mapati-branca) | 1,00   | 0,04                | 0,41                | 23,50    |
|       | Myristicaceae   | <i>Iryanthera sagotiana</i>     | Ucuubarana                 | 1,00   | 0,04                | 0,39                | 23,10    |
|       | Myristicaceae   | <i>Myrciaria floribunda</i>     | Goiabinha                  | 3,00   | 0,13                | 1,20                | 23,13    |
|       | Nyctaginaceae   | <i>Neea constricta</i>          | João-mole                  | 1,00   | 0,07                | 0,70                | 29,40    |
|       | Olacaceae       | <i>Chaunochiton kappleri</i>    | Pau-vermelho               | 1,00   | 0,20                | 2,51                | 50,40    |
|       | Rubiaceae       | Ni ni                           | Rubiaceae                  | 1,00   | 0,04                | 0,43                | 23,90    |
|       | Sapotaceae      | <i>Pouteria kruko</i>           | Abiúrana-vermelha          | 1,00   | 0,06                | 0,64                | 28,30    |
|       | Sapotaceae      | <i>Pouteria</i> spp.            | Sapotaceae/pouteria        | 1,00   | 0,06                | 0,60                | 27,50    |
|       | Violaceae       | <i>Rinorea guianensis</i>       | Acariquarana               | 5,00   | 0,29                | 2,92                | 26,78    |
|       | Violaceae       | <i>Rinorea lindeniana</i>       | Canela-de-jacamim          | 3,00   | 0,13                | 1,23                | 23,47    |
| 11    | Annonaceae      | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>  | Envira-branca              | 2,00   | 0,11                | 1,07                | 25,95    |
|       | Apocynaceae     | <i>Aspidosperma</i> spp.        | Apocynaceae/aspidosperma   | 1,00   | 0,08                | 0,89                | 32,80    |
|       | Apocynaceae     | <i>Geissospermum sericeum</i>   | Quinarana                  | 7,00   | 0,61                | 6,40                | 32,17    |
|       | Caesalpiniaceae | <i>Swartzia polyphylla</i>      | Pitaíca                    | 1,00   | 0,57                | 7,83                | 84,90    |
|       | Celastraceae    | <i>Maytenus floribunda</i>      | Xixuá-vermelho             | 6,00   | 0,39                | 4,02                | 28,78    |
|       | Euphorbiaceae   | <i>Drypetes variabilis</i>      | Maparana                   | 2,00   | 0,13                | 1,38                | 29,00    |
|       | Lecythidaceae   | <i>Gustavia augusta</i>         | Geniparana                 | 1,00   | 0,03                | 0,30                | 20,90    |
|       | Melastomataceae | <i>Mouriri callocarpa</i>       | Muiráuba-amarela           | 1,00   | 0,14                | 1,55                | 42,40    |
|       | Mimosaceae      | <i>Inga alba</i>                | Ingá-xixi                  | 2,00   | 0,85                | 11,41               | 73,15    |
|       | Mimosaceae      | <i>Inga heterophylla</i>        | Ingá-xixi-vermelho         | 1,00   | 0,13                | 1,36                | 39,90    |
|       | Mimosaceae      | <i>Inga paraensis</i>           | Ingá-vermelho              | 1,00   | 0,05                | 0,53                | 26,20    |
|       | Moraceae        | <i>Cecropia sciadophylla</i>    | Torém                      | 2,00   | 0,15                | 1,52                | 29,40    |
|       | Ni              | Ni ni                           | Ni                         | 1,00   | 0,13                | 1,43                | 40,80    |
|       | Nyctaginaceae   | <i>Neea constricta</i>          | Ingá-mole                  | 1,00   | 0,04                | 0,34                | 21,80    |
|       | Rubiaceae       | <i>Chimarrhis turbinata</i>     | Pau-de-remo                | 3,00   | 0,20                | 2,00                | 28,70    |
|       | Violaceae       | <i>Rinorea guianensis</i>       | Acariquarana               | 1,00   | 0,09                | 1,01                | 34,70    |
| 12    | Anacardiaceae   | <i>Tapirira</i> spp.            | Anacardiaceae/tapirira     | 1,00   | 0,07                | 0,66                | 28,80    |
|       | Annonaceae      | <i>Bocageopsis multiflora</i>   | Envira-taia                | 1,00   | 0,12                | 1,31                | 39,10    |
|       | Apocynaceae     | <i>Geissospermum sericeum</i>   | Quinarana                  | 10,00  | 0,94                | 10,34               | 33,30    |
|       | Elaeocarpaceae  | <i>Sloanea obtusa</i>           | Urucurana-vermelha         | 1,00   | 0,10                | 1,08                | 35,80    |
|       | Euphorbiaceae   | <i>Drypetes variabilis</i>      | Maparana                   | 1,00   | 0,06                | 0,59                | 27,40    |
|       | Malpighiaceae   | <i>Byrsonima stipulacea</i>     | Muruci-da-mata             | 1,00   | 0,05                | 0,51                | 25,80    |
|       | Melastomataceae | <i>Mouriri callocarpa</i>       | Muiráuba-amarela           | 5,00   | 0,81                | 9,86                | 44,86    |
|       | Mimosaceae      | <i>Inga alba</i>                | Ingá-xixi                  | 4,00   | 0,63                | 7,84                | 43,55    |
|       | Mimosaceae      | <i>Inga capitata</i>            | Ingá-costela               | 1,00   | 0,07                | 0,67                | 28,90    |
|       | Mimosaceae      | <i>Inga paraensis</i>           | Ingá-vermelho              | 1,00   | 0,05                | 0,54                | 26,30    |
|       | Mimosaceae      | <i>Pithecellobium decandrum</i> | Saboeiro-amarelo           | 2,00   | 0,39                | 4,86                | 46,90    |
|       | Moraceae        | <i>Cecropia sciadophylla</i>    | Torém                      | 2,00   | 0,12                | 1,26                | 28,20    |
|       | Myristicaceae   | <i>Myrciaria floribunda</i>     | Goiabinha                  | 3,00   | 0,21                | 2,11                | 29,53    |
|       | Sapindaceae     | <i>Toulicia acutifolia</i>      | Pitomba                    | 1,00   | 0,06                | 0,55                | 26,60    |
|       | Sapotaceae      | <i>Prieurella amapaensis</i>    | Abiú-mocambi               | 1,00   | 0,14                | 1,49                | 41,60    |
|       | Violaceae       | <i>Rinorea guianensis</i>       | Acariquarana               | 1,00   | 0,09                | 0,90                | 33,00    |
| Total |                 |                                 |                            | 495,00 | 57,38               | 678,27              | 36,16    |



APÊNDICE 2.2 – ESPÉCIES ANELADAS DURANTE A APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS PARA TODOS OS TRATAMENTO (3 HA), NA FLORESTA DA JARI (Ni = ni – NÃO IDENTIFICADA)

| Família          | NOME CIENTÍFICO                  | NOME COMUM                 | N     | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|------------------|----------------------------------|----------------------------|-------|---------------------|---------------------|----------|
| Apocynaceae      | <i>Geissospermum sericeum</i>    | Quinarana                  | 81,00 | 9,09                | 103,46              | 36,47    |
| Moraceae         | <i>Cecropia sciadophylla</i>     | Torém                      | 33,00 | 2,36                | 24,65               | 30,71    |
| Melastomataceae  | <i>Mouriri callocarpa</i>        | Muiráuba-amarela           | 31,00 | 4,17                | 49,23               | 39,53    |
| Celastraceae     | <i>Maytenus floribunda</i>       | Xixuá-vermelho             | 29,00 | 2,11                | 21,98               | 29,88    |
| Mimosaceae       | <i>Ingá alba</i>                 | Ingá-xixi                  | 20,00 | 4,61                | 59,32               | 53,53    |
| Ni               | Ni ni                            | Ni                         | 18,00 | 1,46                | 16,45               | 30,01    |
| Euphorbiaceae    | <i>Drypetes variabilis</i>       | Maparana                   | 17,00 | 0,99                | 9,88                | 27,52    |
| Mimosaceae       | <i>Ingá</i> spp.                 | Mimosaceae/inga            | 16,00 | 0,94                | 9,37                | 26,30    |
| Mimosaceae       | <i>Ingá paraensis</i>            | Ingá-vermelho              | 15,00 | 1,13                | 11,78               | 31,81    |
| Annonaceae       | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>   | Envira-branca              | 12,00 | 0,49                | 4,59                | 22,72    |
| Sapotaceae       | <i>Pouteria</i> spp.             | Sapotaceae/pouteria        | 10,00 | 2,59                | 33,82               | 56,37    |
| Violaceae        | <i>Rinorea guianensis</i>        | Acariquarana               | 10,00 | 0,61                | 6,09                | 28,28    |
| Nyctaginaceae    | <i>Neea constricta</i>           | João-mole                  | 9,00  | 0,56                | 5,65                | 26,94    |
| Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea obtusa</i>            | Urucurana-vermelha         | 9,00  | 0,62                | 6,41                | 30,03    |
| Myristicaceae    | <i>Myrciaria floribunda</i>      | Goiabinha                  | 8,00  | 0,46                | 4,53                | 27,02    |
| Monimiaceae      | <i>Siparuna guianensis</i>       | Capitiú-grande             | 8,00  | 0,33                | 3,08                | 22,48    |
| Mimosaceae       | <i>Ingá heterophylla</i>         | Ingá-xixi-vermelho         | 7,00  | 0,80                | 8,88                | 37,82    |
| Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea</i> spp.              | Elaeocarpaceae/sloanea     | 7,00  | 0,92                | 11,00               | 41,15    |
| Rubiaceae        | <i>Chimarrhis turbinata</i>      | Pau-de-remo                | 6,00  | 0,44                | 4,55                | 32,07    |
| Sapotaceae       | <i>Micropholis guianensis</i>    | Mangabarana                | 6,00  | 1,79                | 23,42               | 63,99    |
| Moraceae         | <i>Pourouma vilosa</i>           | Mapatirana (mapati-branca) | 6,00  | 0,41                | 4,19                | 28,21    |
| Sapotaceae       | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i> | Abiú-ucuubarana            | 6,00  | 2,14                | 28,51               | 67,58    |
| Apocynaceae      | <i>Aspidosperma</i> spp.         | Apocynaceae/aspidosperma   | 5,00  | 0,66                | 7,87                | 35,40    |
| Lecythidaceae    | <i>Corytophora rimosa</i>        | Castanharana               | 5,00  | 1,58                | 20,80               | 63,65    |
| Euphorbiaceae    | <i>Mabea caudata</i>             | Taquari                    | 5,00  | 0,23                | 2,23                | 24,97    |
| Myrtaceae        | <i>Myrcia falax</i>              | Murta                      | 5,00  | 0,26                | 2,50                | 25,23    |
| Violaceae        | <i>Rinorea lindeniana</i>        | Canela-de-jacamim          | 5,00  | 0,20                | 1,81                | 21,56    |
| Caesalpiniaceae  | <i>Swartzia polyphylla</i>       | Pitaíca                    | 5,00  | 1,16                | 15,05               | 48,50    |
| Mimosaceae       | <i>Pithecellobium cochleatum</i> | Ingá-de-roscas             | 4,00  | 0,29                | 2,95                | 29,63    |
| Malpighiaceae    | <i>Byrsonima densa</i>           | Muruci-branco              | 3,00  | 0,29                | 3,31                | 33,97    |
| Chrysobalanaceae | <i>Licania latifolia</i>         | Macucu-vermelho            | 3,00  | 0,11                | 1,04                | 21,90    |
| Melastomataceae  | <i>Mouriria</i> spp.             | Melastomataceae/mouriria   | 3,00  | 0,27                | 2,87                | 33,50    |
| Mimosaceae       | <i>Pithecellobium decandrum</i>  | Saboeiro-amarelo           | 3,00  | 0,46                | 5,61                | 38,65    |
| Caesalpiniaceae  | <i>Sclerolobium tinctorium</i>   | Ingá-pitomba               | 3,00  | 0,69                | 8,79                | 53,83    |
| Elaeocarpaceae   | <i>Sloanea grandis</i>           | Urucurana-branca           | 3,00  | 0,28                | 2,98                | 34,30    |
| Ulmaceae         | <i>Ampelocera edentula</i>       | Trapia (trapiarana)        | 2,00  | 0,13                | 1,31                | 28,00    |
| Melastomataceae  | <i>Belucia dichotoma</i>         | Goiaba-de-anta             | 2,00  | 0,09                | 0,86                | 23,85    |
| Bombacaceae      | <i>Bombacopsis nervosa</i>       | Mamorana-da-terra-firme    | 2,00  | 0,11                | 1,04                | 25,40    |
| Malpighiaceae    | <i>Byrsonima stipulacea</i>      | Muruci-da-mata             | 2,00  | 0,11                | 1,08                | 26,35    |
| Moraceae         | <i>Cecropia obtusa</i>           | Embaúba-branca             | 2,00  | 0,10                | 0,92                | 24,55    |
| Icacinales       | <i>Dendrobangia boliviana</i>    | Caferana (taperebarana)    | 2,00  | 0,47                | 6,15                | 49,75    |
| Caesalpiniaceae  | <i>Dialium guianensis</i>        | Jutaí-pororoca             | 2,00  | 0,11                | 1,09                | 26,25    |
| Ebenaceae        | <i>Diospyros</i> spp.            | Ebenaceae/diospyros        | 2,00  | 0,08                | 0,75                | 22,75    |
| Lecythidaceae    | <i>Eschweilera jurunensis</i>    | Matamatá-amarelo           | 2,00  | 0,72                | 9,55                | 67,65    |
| Lecythidaceae    | <i>Gustavia augusta</i>          | Geniparana                 | 2,00  | 0,07                | 0,62                | 21,05    |
| Moraceae         | <i>Helicostylis</i> spp.         | Moraceae/helicostylis      | 2,00  | 0,11                | 1,05                | 25,80    |
| Chrysobalanaceae | <i>Hirtella</i> spp.             | Chrysobalanaceae/hirtella  | 2,00  | 0,12                | 1,23                | 27,60    |
| Mimosaceae       | <i>Ingá capitata</i>             | Ingá-costela               | 2,00  | 0,11                | 1,08                | 26,25    |

## APÊNDICE 2.2 – CONTINUAÇÃO ...

| Família          | NOME CIENTÍFICO                             | NOME COMUM                    | N    | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|------------------|---|-------------------------------|------|---------------------|---------------------|----------|
| Mimosaceae       | <i>Inga rubiginosa</i>                      | Ingá-peludo                   | 2,00 | 0,12                | 1,26                | 28,10    |
| Olacaceae        | <i>Minquartia guianensis</i>                | Acariquara                    | 2,00 | 0,69                | 9,26                | 61,35    |
| Euphorbiaceae    | <i>Pogonophora schomburgkiana</i>           | Aracapuri, amarelinho/tapajos | 2,00 | 0,20                | 2,15                | 34,55    |
| Moraceae         | <i>Pourouma</i> spp.                        | Moraceae/pourouma             | 2,00 | 0,07                | 0,61                | 20,95    |
| Mimosaceae       | <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i>        | Timborana                     | 2,00 | 1,72                | 24,65               | 104,35   |
| Caesalpiniaceae  | <i>Sclerolobium</i> spp.                    | Caesalpiniaceae/sclerolobium  | 2,00 | 1,24                | 17,32               | 88,85    |
| Anacardiaceae    | <i>Tapirira guianensis</i>                  | Tatapiririca                  | 2,00 | 0,25                | 2,93                | 39,40    |
| Sapindaceae      | <i>Toulicia acutifolia</i>                  | Pitomba                       | 2,00 | 0,11                | 1,10                | 26,55    |
| Opiliaceae       | <i>Agonandra brasiliensis</i>               | Pau-marfim                    | 1,00 | 0,10                | 1,09                | 36,00    |
| Apocynaceae      | <i>Aspidosperma paraensis</i>               | Carapanauba-amarela           | 1,00 | 0,87                | 12,45               | 105,00   |
| Apocynaceae      | <i>Aspidosperma spruceana</i>               | Carapanauba                   | 1,00 | 0,21                | 2,62                | 51,40    |
| Lauraceae        | <i>Beilschwendia</i> spp.                   | Lauraceae/beilschwendia       | 1,00 | 0,06                | 0,64                | 28,30    |
| Annonaceae       | <i>Bocageopsis multiflora</i>               | Envira-taia                   | 1,00 | 0,12                | 1,31                | 39,10    |
| Moraceae         | <i>Brosimum</i> spp.                        | Moraceae/brosimum             | 1,00 | 0,06                | 0,60                | 27,60    |
| Flacourtiaceae   | <i>Casearia favitensis</i>                  | Café-do-diabo                 | 1,00 | 0,04                | 0,37                | 22,60    |
| Olacaceae        | <i>Chaenochiton kappleri</i>                | Pau-vermelho                  | 1,00 | 0,20                | 2,51                | 50,40    |
| Euphorbiaceae    | <i>Conceveiba guianensis</i>                | Arraieira                     | 1,00 | 0,04                | 0,32                | 21,30    |
| Euphorbiaceae    | <i>Conceveibastrum martianum</i>            | Arraieira-branca              | 1,00 | 0,04                | 0,37                | 22,50    |
| Sapindaceae      | <i>Cupania cf. hirsuta</i>                  | Pau-de-espeto                 | 1,00 | 0,04                | 0,39                | 23,10    |
| Ebenaceae        | <i>Diospyros praetermissa</i>               | Caqui-preto                   | 1,00 | 0,17                | 2,06                | 46,00    |
| Ebenaceae        | <i>Diospyros santaremnensis</i>             | Caqui-amarelo                 | 1,00 | 0,08                | 0,89                | 32,80    |
| Annonaceae       | <i>Duguetia surinamensis</i>                | Envira-surucucu               | 1,00 | 0,03                | 0,29                | 20,70    |
| Olacaceae        | <i>Dulacia guianensis</i>                   | Muirapumarana                 | 1,00 | 0,06                | 0,58                | 27,10    |
| Humiriaceae      | <i>Endopleura uchi</i>                      | Uxi                           | 1,00 | 0,44                | 5,98                | 75,00    |
| Lecythidaceae    | <i>Eschweilera</i> spp.                     | Lecythidaceae/eschweilera     | 1,00 | 0,03                | 0,31                | 21,10    |
| Annonaceae       | <i>Guatteria poeppigiana</i>                | Envira-preta                  | 1,00 | 0,11                | 1,19                | 37,40    |
| Myristicaceae    | <i>Iryanthera sagotiana</i>                 | Ucuabarana                    | 1,00 | 0,04                | 0,39                | 23,10    |
| Chrysobalanaceae | <i>Licania heteromorpha</i>                 | Macucu                        | 1,00 | 0,09                | 0,99                | 34,40    |
| Chrysobalanaceae | <i>Licania robusta</i>                      | Cariperana-amarela            | 1,00 | 0,26                | 3,36                | 57,60    |
| Melastomataceae  | <i>Miconia surinamensis</i>                 | Tinteiro                      | 1,00 | 0,13                | 1,41                | 40,50    |
| Fabaceae         | <i>Ormosia flava</i>                        | Tento-preto                   | 1,00 | 0,24                | 3,12                | 55,70    |
| Chrysobalanaceae | <i>Parinari excelsa</i>                     | Parinari                      | 1,00 | 0,19                | 2,42                | 49,50    |
| Mimosaceae       | <i>Parkia ulei</i>                          | Esponjeira                    | 1,00 | 0,40                | 5,40                | 71,60    |
| Mimosaceae       | <i>Pithecellobium</i> spp.                  | Mimosaceae/pithecellobium     | 1,00 | 0,11                | 1,22                | 37,90    |
| Moraceae         | <i>Pourouma miror</i>                       | Mapatirana-branca             | 1,00 | 0,03                | 0,31                | 21,00    |
| Sapotaceae       | <i>Pouteria krukoi</i>                      | Abiúrana-vermelha             | 1,00 | 0,06                | 0,64                | 28,30    |
| Sapotaceae       | <i>Pouteria laurifolia</i>                  | Abiú-seco                     | 1,00 | 0,09                | 0,99                | 34,50    |
| Sapotaceae       | <i>Pouteria macrocarpa</i>                  | Abiú-cutite                   | 1,00 | 0,27                | 3,55                | 59,10    |
| Sapotaceae       | <i>Priurella amapaensis</i>                 | Abiú-mocambi                  | 1,00 | 0,14                | 1,49                | 41,60    |
| Bombacaceae      | <i>Pseudobombax munguba</i>                 | Munguba                       | 1,00 | 0,03                | 0,30                | 20,90    |
| Monimiaceae      | <i>Siparuna decipiens</i>                   | Capitiú                       | 1,00 | 0,04                | 0,36                | 22,30    |
| Monimiaceae      | <i>Siparuna</i> spp.                        | Monimiaceae/siparuna          | 1,00 | 0,05                | 0,52                | 26,00    |
| Sterculiaceae    | <i>Sterculia excelsa</i> var. <i>pilosa</i> | Capoteiro                     | 1,00 | 0,17                | 2,07                | 46,10    |
| Anacardiaceae    | <i>Tapirira</i> spp.                        | Anacardiaceae/tapirira        | 1,00 | 0,07                | 0,66                | 28,80    |
| Anacardiaceae    | <i>Thyrsodium guianensis</i>                | Amapanaré                     | 1,00 | 0,05                | 0,45                | 24,50    |

APÊNDICE 2.3 – FAMÍLIAS ANELADAS DURANTE A APLICAÇÃO DOS TRATAMENTOS SILVICULTURAIS PARA TODOS OS TRATAMENTO (3 HA), NA FLORESTA DA JARI (NI – NÃO IDENTIFICADA)

| FAMÍLIA          | N     | G (m <sup>2</sup> ) | V (m <sup>3</sup> ) | DAP (cm) |
|------------------|-------|---------------------|---------------------|----------|
| APOCYNACEAE      | 88,00 | 10,82               | 126,39              | 41,75    |
| MIMOSACEAE       | 73,00 | 10,69               | 131,53              | 40,79    |
| MORACEAE         | 48,00 | 3,19                | 32,80               | 27,32    |
| MELASTOMATACEAE  | 37,00 | 4,66                | 54,37               | 36,30    |
| CELASTRACEAE     | 29,00 | 2,11                | 21,98               | 29,88    |
| SAPOTACEAE       | 29,00 | 7,51                | 97,66               | 53,13    |
| EUPHORBIACEAE    | 26,00 | 1,50                | 14,95               | 27,22    |
| ELAEocarpaceae   | 19,00 | 1,82                | 20,38               | 34,96    |
| ANNONACEAE       | 15,00 | 0,76                | 7,38                | 26,87    |
| VIOLACEAE        | 15,00 | 0,80                | 7,90                | 25,76    |
| CAESALPINIACEAE  | 14,00 | 3,32                | 43,53               | 44,87    |
| LECYTHIDACEAE    | 10,00 | 2,40                | 31,28               | 50,34    |
| MONIMIACEAE      | 10,00 | 0,42                | 3,96                | 23,15    |
| NI               | 10,00 | 0,77                | 8,61                | 29,07    |
| MYRISTICACEAE    | 9,00  | 0,50                | 4,92                | 26,23    |
| NYCTAGINACEAE    | 9,00  | 0,56                | 5,65                | 26,94    |
| CHRYSOBALANACEAE | 8,00  | 0,78                | 9,03                | 36,43    |
| RUBIACEAE        | 7,00  | 0,48                | 4,98                | 30,03    |
| MYRTACEAE        | 6,00  | 0,30                | 2,91                | 24,69    |
| MALPIGHIACEAE    | 5,00  | 0,40                | 4,38                | 30,92    |
| ANACARDIACEAE    | 4,00  | 0,36                | 4,05                | 33,03    |
| EBENACEAE        | 4,00  | 0,33                | 3,70                | 31,08    |
| OLACACEAE        | 4,00  | 0,95                | 12,35               | 50,05    |
| BOMBACACEAE      | 3,00  | 0,14                | 1,34                | 23,90    |
| SAPINDACEAE      | 3,00  | 0,15                | 1,49                | 25,40    |
| ICACINACEAE      | 2,00  | 0,47                | 6,15                | 49,75    |
| ULMACEAE         | 2,00  | 0,13                | 1,31                | 28,00    |
| FABACEAE         | 1,00  | 0,24                | 3,12                | 55,70    |
| FLACOURTIACEAE   | 1,00  | 0,04                | 0,37                | 22,60    |
| HUMIRIACEAE      | 1,00  | 0,44                | 5,98                | 75,00    |
| LAURACEAE        | 1,00  | 0,06                | 0,64                | 28,30    |
| OPILIACEAE       | 1,00  | 0,10                | 1,09                | 36,00    |
| STERCULIACEAE    | 1,00  | 0,17                | 2,07                | 46,10    |

APÊNDICE 2.4 - ESPÉCIES TRATADAS QUE MORRERAM EM 1986 E 2004 E QUE ESTÃO VIVAS ATÉ EM 2004 (Ni = ni – NÃO IDENTIFICADA), (G – m<sup>2</sup> E V – m<sup>3</sup>)

| TRAT | NOME CIENTÍFICO                      | NOME VULGAR               | Mortas 1996 |      |       | Mortas 2004 |      |      | Vivas 2004 |      |      |
|------|--------------------------------------|---------------------------|-------------|------|-------|-------------|------|------|------------|------|------|
|      |                                      |                           | N           | G    | V     | N           | G    | V    | N          | G    | V    |
| 2    | <i>Tapirira guianensis</i>           | Tatapiririca              | 1           | 0,16 | 2,01  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>       | Envira-branca             | 1           | 0,03 | 0,29  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Aspidosperma</i> spp.             | Apocynaceae/aspidosperma  | 1           | 0,04 | 0,41  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Geissospermum sericeum</i>        | Quinarana                 | 2           | 0,26 | 2,83  |             |      |      | 6          | 1,20 | 15,1 |
| 2    | <i>Swartzia polyphylla</i>           | Pitaíca                   | 1           | 0,07 | 0,67  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Maytenus floribunda</i>           | Xixuá-vermelho            | 3           | 0,18 | 1,85  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Sloanea obtusa</i>                | Urucurana-vermelha        | 2           | 0,09 | 0,89  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Drypetes variabilis</i>           | Maparana                  | 3           | 0,12 | 1,11  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Mabea caudata</i>                 | Taquari                   | 1           | 0,05 | 0,52  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Dendrobania boliviana</i>         | Caferana (taperebarana)   | 2           | 0,47 | 6,15  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Corytophora rimosa</i>            | Castanharana              | 1           | 0,22 | 2,84  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Eschweilera jurunensis</i>        | Matamatá-amarelo          | 1           | 0,37 | 4,90  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Byrsonima stipulacea</i>          | Muruci-da-mata            | 1           | 0,06 | 0,57  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Belucia dichotoma</i>             | Goiaba-de-anta            | 1           | 0,06 | 0,56  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Mouriri callocarpa</i>            | Muiráuba-amarela          |             |      |       | 1           | 0,18 | 2,25 | 7          | 0,88 | 10,2 |
| 2    | <i>Inga alba</i>                     | Ingá-xixi                 | 2           | 0,52 | 6,78  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Inga paraensis</i>                | Ingá-vermelho             | 1           | 0,08 | 0,89  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Inga rubiginosa</i>               | Ingá-peludo               | 1           | 0,05 | 0,54  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Inga</i> spp.                     | Mimosaceae/inga           | 3           | 0,16 | 1,63  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Pithecellobium cochleatum</i>     | Ingá-de-rosca             | 1           | 0,07 | 0,73  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Pithecellobium decandrum</i>      | Saboeiro-amarelo          | 1           | 0,07 | 0,75  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> | Timborana                 | 1           | 0,95 | 13,72 |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Siparuna guianensis</i>           | Capitiú-grande            | 3           | 0,12 | 1,08  | 1           | 0,05 | 0,54 |            |      |      |
| 2    | <i>Cecropia sciadophylla</i>         | Torém                     | 5           | 0,32 | 3,20  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Helicostylis</i> spp.             | Moraceae/helicostylis     | 2           | 0,11 | 1,05  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Myrciaria floribunda</i>          | Goiabinha                 | 1           | 0,05 | 0,48  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | Ni ni                                | Ni                        | 2           | 0,07 | 0,65  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Neea constricta</i>               | João-mole                 | 3           | 0,20 | 2,06  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Chimarrhis turbinata</i>          | Pau-de-remo               | 1           | 0,13 | 1,40  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Micropholis guianensis</i>        | Mangabarana               | 1           | 0,28 | 3,59  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | Ni ni                                | Sapotaceae                |             |      |       | 1           | 0,31 | 4,13 |            |      |      |
| 2    | <i>Pouteria laurifolia</i>           | Abiú-seco                 |             |      |       |             |      |      | 1          | 0,10 | 1,07 |
| 2    | <i>Pouteria</i> spp.                 | Sapotaceae/pouteria       |             |      |       |             |      |      | 0          |      |      |
| 2    | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i>     | Abiú-ucuubarana           |             |      |       | 2           | 0,57 | 7,40 |            |      |      |
| 2    | <i>Ampelocera edentula</i>           | Trapia (trapiarana)       | 1           | 0,09 | 0,97  |             |      |      |            |      |      |
| 2    | <i>Rinorea lindeniana</i>            | Canela-de-jacamim         | 1           | 0,03 | 0,27  |             |      |      |            |      |      |
| 3    | <i>Guatteria poeppigiana</i>         | Envira-preta              |             |      |       | 1           | 0,11 | 1,19 |            |      |      |
| 3    | <i>Geissospermum sericeum</i>        | Quinarana                 | 1           | 0,04 | 0,41  | 1           | 0,14 | 1,58 | 5          | 0,90 | 10,6 |
| 3    | <i>Dialium guianensis</i>            | Jutaí-pororoca            | 1           | 0,07 | 0,72  |             |      |      |            |      |      |
| 3    | <i>Swartzia polyphylla</i>           | Pitaíca                   | 1           | 0,04 | 0,37  |             |      |      |            |      |      |
| 3    | <i>Maytenus floribunda</i>           | Xixuá-vermelho            | 4           | 0,46 | 5,13  |             |      |      |            |      |      |
| 3    | <i>Hirtella</i> spp.                 | Chrysobalanaceae/hirtella | 1           | 0,04 | 0,40  |             |      |      |            |      |      |
| 3    | <i>Licania heteromorpha</i>          | Macucu                    |             |      |       | 1           | 0,10 | 1,03 |            |      |      |
| 3    | <i>Diospyros</i> spp.                | Ebenaceae/diospyros       | 1           | 0,04 | 0,39  |             |      |      |            |      |      |
| 3    | <i>Sloanea grandis</i>               | Urucurana-branca          | 1           | 0,05 | 0,47  | 1           | 0,14 | 1,48 |            |      |      |
| 3    | <i>Sloanea obtusa</i>                | Urucurana-vermelha        | 2           | 0,11 | 1,14  |             |      |      |            |      |      |
| 3    | <i>Sloanea</i> spp.                  | Elaeocarpaceae/sloanea    | 2           | 0,09 | 0,88  |             |      |      |            |      |      |
| 3    | <i>Conceveiba guianensis</i>         | Arraieira                 | 1           | 0,04 | 0,32  |             |      |      |            |      |      |

## APÊNDICE 2.4 – CONTINUAÇÃO ...

| TRAT | NOME CIENTÍFICO                   | NOME VULGAR                   | Mortas 1996 |      |       | Mortas 2004 |      |       | Vivas 2004 |      |      |
|------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------|------|-------|-------------|------|-------|------------|------|------|
|      |                                   |                               | N           | G    | V     | N           | G    | V     | N          | G    | V    |
| 3    | <i>Drypetes variabilis</i>        | Maparana                      | 1           | 0,05 | 0,47  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Mabea caudata</i>              | Taquari                       | 2           | 0,09 | 0,86  | 1           | 0,04 | 0,36  |            |      |      |
| 3    | <i>Pogonophora schomburgkiana</i> | Aracapuri, amarelinho/tapajos | 1           | 0,05 | 0,49  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Ormosia flava</i>              | Tento-preto                   | 1           | 0,24 | 3,12  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Corytophora rimosa</i>         | Castanharana                  |             |      |       | 1           | 0,34 | 4,52  |            |      |      |
| 3    | <i>Eschweilera jurunensis</i>     | Matamatá-amarelo              | 1           | 0,35 | 4,64  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Mouriri callocarpa</i>         | Muiráuba-amarela              | 1           | 0,05 | 0,44  | 1           | 0,05 | 0,53  | 1          | 0,09 | 1,01 |
| 3    | <i>Inga alba</i>                  | Ingá-xixi                     | 2           | 0,83 | 11,17 |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Inga capitata</i>              | Ingá-costela                  | 1           | 0,04 | 0,41  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Inga heterophylla</i>          | Ingá-xixi-vermelho            | 1           | 0,10 | 1,04  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Inga paraensis</i>             | Ingá-vermelho                 | 1           | 0,08 | 0,88  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Inga rubiginosa</i>            | Ingá-peludo                   | 1           | 0,07 | 0,72  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Pithecellobium cochleatum</i>  | Ingá-de-rosca                 | 1           | 0,06 | 0,56  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Pithecellobium</i> spp.        | Mimosaceae/pithecellobium     | 1           | 0,11 | 1,22  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Siparuna decipiens</i>         | Capitiú                       | 1           | 0,04 | 0,36  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Siparuna guianensis</i>        | Capitiú-grande                | 1           | 0,04 | 0,32  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Cecropia sciadophylla</i>      | Torém                         | 1           | 0,11 | 1,15  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Pourouma</i> spp.              | Moraceae/pourouma             | 1           | 0,03 | 0,29  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Pourouma vilosa</i>            | Mapatirana (mapati-branca)    | 1           | 0,05 | 0,46  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Myrcia falax</i>               | Murta                         | 2           | 0,09 | 0,89  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | Ni ni                             | Myrtaceae                     | 1           | 0,04 | 0,41  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | Ni ni                             | Ni                            | 4           | 0,33 | 3,77  |             |      |       |            |      |      |
| 3    | <i>Cupania cf. hirsuta</i>        | Pau-de-espeto                 |             |      |       | 1           | 0,04 | 0,41  |            |      |      |
| 3    | <i>Micropholis guianensis</i>     | Mangabarana                   | 1           | 0,23 | 2,98  | 1           | 0,40 | 5,39  | 2          | 0,45 | 5,76 |
| 3    | <i>Pouteria macrocarpa</i>        | Abiú-cutite                   |             |      |       |             |      |       | 1          | 0,28 | 3,62 |
| 3    | <i>Pouteria</i> spp.              | Sapotaceae/pouteria           | 2           | 0,16 | 1,67  | 3           | 1,01 | 13,37 |            |      |      |
| 3    | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i>  | Abiú-ucuubarana               |             |      |       | 2           | 0,90 | 12,20 | 1          | 0,28 | 3,58 |
| 3    | <i>Rinorea guianensis</i>         | Acariquarana                  | 1           | 0,04 | 0,37  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Geissospermum sericeum</i>     | Quinarana                     |             |      |       |             |      |       | 3          | 0,48 | 5,82 |
| 4    | <i>Bombacopsis nervosa</i>        | Mamorana-da-terra-firme       | 1           | 0,07 | 0,76  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | Ni ni                             | Caesalpinhiaceae              | 1           | 0,09 | 0,90  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Maytenus floribunda</i>        | Xixuá-vermelho                | 3           | 0,19 | 1,97  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Sloanea</i> spp.               | Elaeocarpaceae/sloanea        | 2           | 0,31 | 3,71  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Drypetes variabilis</i>        | Maparana                      | 1           | 0,11 | 1,14  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Miconia surinamensis</i>       | Tinteiro                      | 1           | 0,13 | 1,41  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Mouriri callocarpa</i>         | Muiráuba-amarela              | 1           | 0,17 | 2,13  |             |      |       | 1          | 0,09 | 1,00 |
| 4    | <i>Inga alba</i>                  | Ingá-xixi                     | 4           | 1,00 | 12,7  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Inga heterophylla</i>          | Ingá-xixi-vermelho            | 2           | 0,31 | 3,68  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Inga paraensis</i>             | Ingá-vermelho                 | 1           | 0,10 | 1,05  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Pithecellobium cochleatum</i>  | Ingá-de-rosca                 | 1           | 0,12 | 1,28  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Cecropia obtusa</i>            | Embaúba-branca                | 1           | 0,05 | 0,54  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Pourouma vilosa</i>            | Mapatirana (mapati-branca)    | 1           | 0,11 | 1,17  |             |      |       |            |      |      |
| 4    | <i>Minquartia guianensis</i>      | Acariquara                    | 1           | 0,10 | 1,11  |             |      |       |            |      |      |
| 6    | <i>Thyrsodium guianensis</i>      | Amapanaré                     | 1           | 0,05 | 0,45  |             |      |       |            |      |      |
| 6    | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>    | Envira-branca                 | 1           | 0,04 | 0,35  |             |      |       |            |      |      |
| 6    | <i>Aspidosperma</i> spp.          | Apocynaceae/aspidosperma      | 1           | 0,08 | 0,83  |             |      |       |            |      |      |
| 6    | <i>Aspidosperma spruceana</i>     | Carapanaua                    |             |      |       |             |      |       | 1          | 0,21 | 2,70 |
| 6    | <i>Geissospermum sericeum</i>     | Quinarana                     | 1           | 0,04 | 0,42  | 1           | 0,07 | 0,67  | 6          | 0,54 | 5,73 |
| 6    | <i>Sclerolobium tinctorium</i>    | Taxi-pitomba                  | 3           | 0,69 | 8,79  |             |      |       |            |      |      |

## APÊNDICE 2.4 – CONTINUAÇÃO ...

| TRAT | NOME CIENTÍFICO                 | NOME VULGAR                  | Mortas 1996 |      |       | Mortas 2004 |      |      | Vivas 2004 |      |      |
|------|---------------------------------|------------------------------|-------------|------|-------|-------------|------|------|------------|------|------|
|      |                                 |                              | N           | G    | V     | N           | G    | V    | N          | G    | V    |
| 6    | <i>Swartzia polyphylla</i>      | Pitaíca                      | 1           | 0,11 | 1,14  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Maytenus floribunda</i>      | Xixuá-vermelho               | 5           | 0,33 | 3,39  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Sloanea obtusa</i>           | Urucurana-vermelha           | 1           | 0,09 | 0,98  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Drypetes variabilis</i>      | Maparana                     | 1           | 0,05 | 0,52  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Casearia favitensis</i>      | Café-do-diabo                | 1           | 0,04 | 0,37  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Corytophora rimosa</i>       | Castanharana                 | 2           | 0,53 | 6,89  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Eschweilera</i> spp.         | Lecythidaceae/eschweilera    |             |      |       | 1           | 0,04 | 0,34 |            |      |      |
| 6    | <i>Mouriri callocarpa</i>       | Muiráuba-amarela             | 2           | 0,48 | 6,15  |             |      |      | 2          | 0,09 | 0,87 |
| 6    | <i>Inga alba</i>                | Ingá-xixi                    | 1           | 0,17 | 2,14  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Inga heterophylla</i>        | Ingá-xixi-vermelho           | 2           | 0,13 | 1,35  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Inga paraensis</i>           | Ingá-vermelho                | 6           | 0,32 | 3,21  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Inga</i> spp.                | Mimosaceae/inga              | 5           | 0,35 | 3,57  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Cecropia sciadophylla</i>    | Torém                        | 5           | 0,52 | 5,54  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | Ni ni                           | Moraceae                     | 1           | 0,05 | 0,48  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Pourouma vilosa</i>          | Mapatirana (mapati-branca)   | 2           | 0,17 | 1,77  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | Ni ni                           | Ni                           | 2           | 0,21 | 2,49  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Agonandra brasiliensis</i>   | Pau-marfim                   | 1           | 0,10 | 1,09  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Micropholis guianensis</i>   | Mangabarana                  |             |      |       |             |      |      | 1          | 0,45 | 6,15 |
| 6    | Ni ni                           | Sapotaceae                   | 1           | 0,04 | 0,41  |             |      |      |            |      |      |
| 6    | <i>Rinorea lindeniana</i>       | Canela-de-jacamim            | 1           | 0,04 | 0,31  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Aspidosperma</i> spp.        | Apocynaceae/aspidosperma     | 1           | 0,21 | 2,59  |             |      |      | 1          | 0,25 | 3,19 |
| 7    | <i>Geissospermum sericeum</i>   | Quinarana                    |             |      |       |             |      |      | 15         | 2,05 | 24,1 |
| 7    | <i>Parinari excelsa</i>         | Parinari                     | 1           | 0,19 | 2,42  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Diospyros praetermissa</i>   | Caqui-preto                  | 1           | 0,17 | 2,06  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Diospyros santaremnensis</i> | Caqui-amarelo                |             |      |       |             |      |      | 0          |      |      |
| 7    | <i>Sloanea</i> spp.             | Elaeocarpaceae/sloanea       | 1           | 0,09 | 0,93  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Drypetes variabilis</i>      | Maparana                     | 2           | 0,12 | 1,25  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Endopleura uchi</i>          | Uxi                          | 1           | 0,44 | 5,98  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Corytophora rimosa</i>       | Castanharana                 |             |      |       | 1           | 0,51 | 6,96 |            |      |      |
| 7    | <i>Byrsonima densa</i>          | Muruci-branco                | 1           | 0,17 | 2,06  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Mouriri callocarpa</i>       | Muiráuba-amarela             |             |      |       | 1           | 0,18 | 2,23 | 2          | 0,26 | 2,86 |
| 7    | <i>Mouriria</i> spp.            | Melastomotaceae/mouriria     | 1           | 0,07 | 0,70  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Inga paraensis</i>           | Ingá-vermelho                | 2           | 0,26 | 2,84  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Brosimum</i> spp.            | Moraceae/brosimum            |             |      |       | 1           | 0,06 | 0,60 |            |      |      |
| 7    | <i>Toulicia acutifolia</i>      | Pitomba                      |             |      |       | 1           | 0,06 | 0,56 |            |      |      |
| 7    | Ni ni                           | Sapotaceae                   | 1           | 0,07 | 0,70  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Pouteria</i> spp.            | Sapotaceae/pouteria          | 2           | 0,52 | 6,67  |             |      |      |            |      |      |
| 7    | <i>Ampelocera edentula</i>      | Trapia (trapiarana)          | 1           | 0,04 | 0,34  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Tapirira guianensis</i>      | Tatapiririca                 | 1           | 0,09 | 0,92  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Duguetia surinamensis</i>    | Envira-surucucu              | 1           | 0,03 | 0,29  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Geissospermum sericeum</i>   | Quinarana                    | 1           | 0,12 | 1,26  | 1           | 0,04 | 0,33 | 5          | 0,39 | 4,12 |
| 8    | <i>Bombacopsis nervosa</i>      | Mamorana-da-terra-firme      | 1           | 0,03 | 0,28  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Dialium guianensis</i>       | Jutai-pororoca               | 1           | 0,04 | 0,37  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Sclerolobium</i> spp.        | Caesalpiniaceae/sclerolobium | 2           | 1,24 | 17,32 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Swartzia polyphylla</i>      | Pitaíca                      | 1           | 0,38 | 5,03  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Maytenus floribunda</i>      | Xixuá-vermelho               | 4           | 0,24 | 2,41  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Licania latifolia</i>        | Macucu-vermelho              | 3           | 0,11 | 1,04  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Licania robusta</i>          | Cariperana-amarela           | 1           | 0,26 | 3,36  |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Diospyros</i> spp.           | Ebenaceae/diospyros          | 1           | 0,04 | 0,37  |             |      |      |            |      |      |

## APÊNDICE 2.4 – CONTINUAÇÃO ...

| TRAT | NOME CIENTÍFICO                             | NOME VULGAR                   | Mortas 1996 |      |      | Mortas 2004 |      |      | Vivas 2004 |      |      |
|------|---|-------------------------------|-------------|------|------|-------------|------|------|------------|------|------|
|      |   |                               | N           | G    | V    | N           | G    | V    | N          | G    | V    |
| 8    | <i>Sloanea grandis</i>                      | Urucurana-branca              | 1           | 0,10 | 1,08 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Sloanea obtusa</i>                       | Urucurana-vermelha            | 2           | 0,17 | 1,75 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Sloanea</i> spp.                         | Elaeocarpaceae/sloanea        | 1           | 0,24 | 3,10 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Drypetes variabilis</i>                  | Maparana                      | 3           | 0,18 | 1,80 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Pogonophora schomburgkiana</i>           | Aracapuri, amarelinho/tapajos |             |      |      | 1           | 0,15 | 1,66 |            |      |      |
| 8    | <i>Beilschwendia</i> spp.                   | Lauraceae/beilschwendia       | 1           | 0,06 | 0,64 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Gustavia augusta</i>                     | Geniparana                    | 1           | 0,04 | 0,31 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Byrsonima densa</i>                      | Muruci-branco                 | 1           | 0,05 | 0,51 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Belucia dichotoma</i>                    | Goiaba-de-anta                | 1           | 0,03 | 0,31 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Mouriri callocarpa</i>                   | Muirauá-amarela               | 1           | 0,07 | 0,78 | 1           | 0,07 | 0,73 |            |      |      |
| 8    | <i>Mouriria</i> spp.                        | Melastomotaceae/mouriria      | 1           | 0,13 | 1,45 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Inga alba</i>                            | Ingá-xixi                     | 2           | 0,41 | 5,12 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Inga heterophylla</i>                    | Ingá-xixi-vermelho            | 1           | 0,13 | 1,45 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Inga paraensis</i>                       | Ingá-vermelho                 | 1           | 0,07 | 0,68 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Inga</i> spp.                            | Mimosaceae/inga               | 2           | 0,09 | 0,86 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Siparuna guianensis</i>                  | Capitiú-grande                | 3           | 0,13 | 1,18 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Cecropia sciadophylla</i>                | Torém                         | 6           | 0,43 | 4,43 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Pourouma miror</i>                       | Mapatirana-branca             | 1           | 0,03 | 0,31 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Pourouma vilosa</i>                      | Mapatirana (mapati-branca)    | 1           | 0,04 | 0,39 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Myrciaria floribunda</i>                 | Goiabinha                     |             |      |      |             |      |      | 1          | 0,09 | 0,93 |
| 8    | <i>Myrcia falax</i>                         | Murta                         | 3           | 0,16 | 1,60 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | Ni ni                                       | Ni                            | 1           | 0,03 | 0,28 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Neea constricta</i>                      | João-mole                     | 4           | 0,25 | 2,57 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Dulacia guianensis</i>                   | Muirapuamarana                | 1           | 0,06 | 0,58 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Minquartia guianensis</i>                | Acariquara                    | 1           | 0,59 | 8,16 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Chimarrhis turbinata</i>                 | Pau-de-remo                   | 2           | 0,12 | 1,15 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Pouteria</i> spp.                        | Sapotaceae/pouteria           |             |      |      |             |      |      | 1          | 0,52 | 7,13 |
| 8    | <i>Syzygiopsis oppositifolia</i>            | Abiú-ucuubarana               |             |      |      |             |      |      | 1          | 0,46 | 6,21 |
| 8    | <i>Sterculia excelsa</i> var. <i>Pilosa</i> | Capoteiro                     | 1           | 0,17 | 2,07 |             |      |      |            |      |      |
| 8    | <i>Rinorea guianensis</i>                   | Acariquarana                  | 2           | 0,09 | 0,89 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>              | Envira-branca                 | 8           | 0,31 | 2,88 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Aspidosperma paraensis</i>               | Carapanauba-amarela           |             |      |      |             |      |      | 1          | 0,87 | 12,4 |
| 10   | <i>Geissospermum sericeum</i>               | Quinarana                     | 2           | 0,20 | 2,20 | 2           | 0,37 | 4,49 | 13         | 1,31 | 14,7 |
| 10   | <i>Pseudobombax munguba</i>                 | Munguba                       |             |      |      | 1           | 0,04 | 0,32 |            |      |      |
| 10   | Ni ni                                       | Caesalpiniaceae               | 1           | 0,04 | 0,38 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Maytenus floribunda</i>                  | Xixuá-vermelho                | 3           | 0,27 | 2,87 | 1           | 0,04 | 0,36 |            |      |      |
| 10   | <i>Hirtella</i> spp.                        | Chrysobalanaceae/hirtella     | 1           | 0,08 | 0,83 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Sloanea obtusa</i>                       | Urucurana-vermelha            | 1           | 0,06 | 0,58 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Sloanea</i> spp.                         | Elaeocarpaceae/sloanea        | 1           | 0,19 | 2,37 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Conceveibastrum martianum</i>            | Arraieira-branca              | 1           | 0,04 | 0,37 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Drypetes variabilis</i>                  | Maparana                      | 3           | 0,17 | 1,63 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Mabea caudata</i>                        | Taquari                       | 1           | 0,05 | 0,51 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Byrsonima densa</i>                      | Muruci-branco                 | 1           | 0,07 | 0,74 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Mouriri callocarpa</i>                   | Muirauá-amarela               | 1           | 0,24 | 3,11 |             |      |      | 1          | 0,17 | 2,15 |
| 10   | <i>Mouriria</i> spp.                        | Melastomotaceae/mouriria      | 1           | 0,07 | 0,73 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Inga alba</i>                            | Ingá-xixi                     | 3           | 0,20 | 2,10 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Inga paraensis</i>                       | Ingá-vermelho                 | 1           | 0,11 | 1,15 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Inga</i> spp.                            | Mimosaceae/inga               | 6           | 0,33 | 3,31 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Parkia ulei</i>                          | Esponjeira                    |             |      |      |             |      |      | 1          | 0,56 | 7,69 |

## APÊNDICE 2.4 – CONTINUAÇÃO ...

| TRAT | NOME CIENTÍFICO                      | NOME VULGAR                | Mortas 1996 |      |       | Mortas 2004 |      |      | Vivas 2004 |      |      |
|------|--------------------------------------|----------------------------|-------------|------|-------|-------------|------|------|------------|------|------|
|      |                                      |                            | N           | G    | V     | N           | G    | V    | N          | G    | V    |
| 10   | <i>Pithecellobium cochleatum</i>     | Ingá-de-roscas             | 1           | 0,04 | 0,39  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> | Timborana                  | 1           | 0,77 | 10,93 |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Siparuna</i> spp.                 | Monimiaceae/siparuna       | 1           | 0,05 | 0,52  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Cecropia obtusa</i>               | Embaúba-branca             | 1           | 0,04 | 0,37  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Cecropia sciadophylla</i>         | Torém                      | 12          | 0,72 | 7,54  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Pourouma</i> spp.                 | Moraceae/pourouma          | 1           | 0,04 | 0,31  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Pourouma vilosa</i>               | Mapatirana (mapati-branca) | 1           | 0,04 | 0,41  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Iryanthera sagotiana</i>          | Ucuubarana                 |             |      |       |             |      |      | 1          | 0,05 | 0,53 |
| 10   | <i>Myrciaria floribunda</i>          | Goiabinha                  | 2           | 0,07 | 0,64  | 1           | 0,06 | 0,56 |            |      |      |
| 10   | <i>Neea constricta</i>               | João-mole                  | 1           | 0,07 | 0,70  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Chaunochiton kappleri</i>         | Pau-vermelho               |             |      |       |             |      |      |            |      |      |
| 10   | Ni ni                                | Rubiaceae                  | 1,          | 0,04 | 0,43  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Pouteria kruko</i>                | Abiúrana-vermelha          |             |      |       | 1           | 0,06 | 0,62 |            |      |      |
| 10   | <i>Pouteria</i> spp.                 | Sapotaceae/pouteria        |             |      |       | 1           | 0,06 | 0,61 |            |      |      |
| 10   | <i>Rinorea guianensis</i>            | Acariquarana               | 5           | 0,29 | 2,92  |             |      |      |            |      |      |
| 10   | <i>Rinorea lindeniana</i>            | Canela-de-jacamim          | 3           | 0,13 | 1,23  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>       | Envira-branca              | 2           | 0,11 | 1,07  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Aspidosperma</i> spp.             | Apocynaceae/aspidosperma   | 1           | 0,08 | 0,89  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Geissospermum sericeum</i>        | Quinarana                  | 1           | 0,05 | 0,44  | 1           | 0,09 | 0,98 | 5          | 0,51 | 5,91 |
| 11   | <i>Swartzia polyphylla</i>           | Pitaíca                    | 1           | 0,57 | 7,83  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Maytenus floribunda</i>           | Xixuá-vermelho             | 6           | 0,39 | 4,02  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Drypetes variabilis</i>           | Maparana                   | 2           | 0,13 | 1,38  | 1           | 0,03 | 0,30 |            |      |      |
| 11   | <i>Gustavia augusta</i>              | Geniparana                 | 1           | 0,03 | 0,30  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Mouriri callocarpa</i>            | Muiráuba-amarela           | 1           | 0,14 | 1,55  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Inga alba</i>                     | Ingá-xixi                  | 2           | 0,85 | 11,41 |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Inga heterophylla</i>             | Ingá-xixi-vermelho         | 1           | 0,13 | 1,36  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Inga paraensis</i>                | Ingá-vermelho              | 1           | 0,05 | 0,53  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Cecropia sciadophylla</i>         | Torém                      | 2           | 0,15 | 1,52  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | Ni ni                                | Ni                         | 1           | 0,13 | 1,43  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Neea constricta</i>               | João-mole                  | 1           | 0,04 | 0,34  |             |      |      |            |      |      |
| 11   | <i>Chimarrhis turbinata</i>          | Pau-de-remo                | 2           | 0,11 | 1,13  |             |      |      | 1          | 0,09 | 0,91 |
| 11   | <i>Rinorea guianensis</i>            | Acariquarana               | 1           | 0,09 | 1,01  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Tapirira</i> spp.                 | Anacardiaceae/tapirira     | 1           | 0,07 | 0,66  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Bocageopsis multiflora</i>        | Envira-taia                | 1           | 0,12 | 1,31  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Geissospermum sericeum</i>        | Quinarana                  |             |      |       | 3           | 0,25 | 2,67 | 7          | 0,77 | 8,91 |
| 12   | <i>Sloanea obtusa</i>                | Urucurana-vermelha         | 1           | 0,10 | 1,08  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Drypetes variabilis</i>           | Maparana                   | 1           | 0,06 | 0,59  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Byrsonima stipulacea</i>          | Muruci-da-mata             | 1           | 0,05 | 0,51  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Mouriri callocarpa</i>            | Muiráuba-amarela           | 1           | 0,08 | 0,79  | 1           | 0,15 | 1,63 | 3          | 0,62 | 7,81 |
| 12   | <i>Inga alba</i>                     | Ingá-xixi                  | 4           | 0,63 | 7,84  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Inga capitata</i>                 | Ingá-costela               | 1           | 0,07 | 0,67  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Inga paraensis</i>                | Ingá-vermelho              | 1           | 0,05 | 0,54  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Pithecellobium decandrum</i>      | Saboeiro-amarelo           | 2           | 0,39 | 4,86  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Cecropia sciadophylla</i>         | Torém                      | 2           | 0,12 | 1,26  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Myrciaria floribunda</i>          | Goiabinha                  | 3           | 0,21 | 2,11  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Toulicia acutifolia</i>           | Pitomba                    | 1           | 0,06 | 0,55  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Priurella amapaensis</i>          | Abiú-mocambi               | 1           | 0,14 | 1,49  |             |      |      |            |      |      |
| 12   | <i>Rinorea guianensis</i>            | Acariquarana               | 1           | 0,09 | 0,90  |             |      |      |            |      |      |



APÊNDICE 3 - RELAÇÃO DE ESPÉCIES E FAMÍLIAS EXISTENTES NA ÁREA EXPERIMENTAL DA JARI (N – NÚMERO DE ÁRVORES, IPA<sub>DAP</sub> – INCREMENTO PERIÓDICO EM DIÂMETRO, P<sub>95</sub> – PERCENTIL 95% DA DISTRIBUIÇÃO CUMULATIVA DOS SIÂMETROS, GRUPO ECOLÓGICO DE ESPÉCIES E DISC: 0 – CLUSTER; 1 – DISCRIMINANTE; 3 – SUBJETIVO E 4 – MANUAL), (Ni = ni – NÃO IDENTIFICADA)

| NOME CIENTÍFICO                   | N   | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|-----------------------------------|-----|--|----------------------|-------|------|
| <b>Anacardiaceae</b>              |     |  |                      |       |      |
| <i>Anacardium giganteum</i>       | 10  | 0,54                                       | 70,50                | 2     | 1    |
| <i>Anacardium spruceanum</i>      | 5   | 0,34                                       | 90,80                | 4     | 2    |
| <i>Astronium gracile</i>          | 1   | 0,07                                       | 97,10                | 1     | 2    |
| <i>Astronium obliquum</i>         | 10  | 0,35                                       | 61,40                | 2     | 1    |
| <i>Tapirira guianensis</i> .      | 46  | 0,68                                       | 66                   | 5     | 1    |
| <i>Tapirira</i> spp.              | 17  | 0,57                                       | 69,10                | 2     | 1    |
| <i>Thyrsodium guianensis</i>      | 12  | 0,26                                       | 33,70                | 1     | 1    |
| <i>Thyrsodium spruceanum</i>      | 2   | 0,07                                       | 22,50                | 1     | 2    |
| <b>Annonaceae</b>                 |     |  |                      |       |      |
| <i>Anaxagorea dolichocarpa</i>    | 101 | 0,21                                       | 24                   | 1     | 0    |
| <i>Annona sericea</i>             | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Bocageopsis multiflora</i>     | 4   | 0,24                                       | 36,80                | 3     | 2    |
| <i>Duguetia cauliflora</i>        | 2   | 0,62                                       | 21                   | 4     | 2    |
| <i>Duguetia surinamensis</i>      | 44  | 0,21                                       | 29,70                | 1     | 1    |
| <i>Guatteria amazonica</i>        | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Guatteria poeppigiana</i>      | 48  | 0,39                                       | 36,80                | 1     | 1    |
| <i>Guatteriaopsis</i> spp.        | 5   | 0,24                                       | 25,30                | 4     | 2    |
| Ni ni                             | 9   | 0,12                                       | 35,80                | 1     | 2    |
| <i>Onychopetalum amazonicum</i>   | 1   | 0,22                                       | 29,30                | 3     | 2    |
| <i>Rollinia fendleri</i>          | 1   | 0,06                                       | 69,30                | 1     | 2    |
| <i>Xylopia</i> spp.               | 2   | 0,76                                       | 21,70                | 5     | 2    |
| <i>Xylopia nitida</i>             | 26  | 0,49                                       | 36,20                | 4     | 1    |
| <b>Apocynaceae</b>                |     |  |                      |       |      |
| <i>Aspidosperma atanum</i>        | 38  | 0,20                                       | 49,30                | 1     | 1    |
| <i>Aspidosperma carapanauba</i>   | 7   | 0,70                                       | 74,50                | 4     | 2    |
| <i>Aspidosperma centrale</i>      | 4   | 0  | 45,50                | 1     | 2    |
| <i>Aspidosperma desmanthum</i>    | 1   | 0,06                                       | 27,80                | 1     | 2    |
| <i>Aspidosperma macrocarpum</i>   | 1   | 0,14                                       | 57,60                | 1     | 2    |
| <i>Aspidosperma megalocarpum</i>  | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Aspidosperma oblongum</i>      | 4   | 0,48                                       | 22,20                | 4     | 2    |
| <i>Aspidosperma paraensis</i>     | 8   | 0,38                                       | 101,10               | 4     | 2    |
| <i>Aspidosperma sandwithianum</i> | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Aspidosperma</i> spp.          | 51  | 0,40                                       | 110,40               | 3     | 0    |
| <i>Aspidosperma spruceana</i>     | 12  | 0,42                                       | 102,80               | 3     | 1    |
| <i>Couma guianensis</i>           | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Geissospermum sericeum</i>     | 502 | 0,21                                       | 54,30                | 2     | 0    |
| <i>Himatanthus sucuuba</i>        | 5   | 0,39                                       | 27,40                | 4     | 2    |
| <i>Macoubea guianensis</i>        | 15  | 0,87                                       | 68,90                | 5     | 1    |
| <i>Malouetia duckey</i>           | 7   | 0,36                                       | 48,30                | 4     | 2    |
| <i>Ilex martiniana</i>            | 3   | 0,22                                       | 37,60                | 3     | 2    |
| <b>Araliaceae</b>                 |     |  |                      |       |      |
| <i>Didymopanax morototoni</i>     | 4   |  |                      | 1     | 4    |
| <b>Bignoniaceae</b>               |     |  |                      |       |      |
| <i>Jacaranda caucana</i>          | 11  | 0,25                                       | 61,30                | 2     | 1    |
| <i>Jacaranda copaia</i>           | 78  | 0,38                                       | 42,90                | 1     | 0    |

## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                  | N   | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|----------------------------------|-----|--|----------------------|-------|------|
| <i>Tabebuia serratifolia</i>     | 28  | 0,10                                       | 56,10                | 2     | 1    |
| <b>Bombacaceae</b>               |     |  |                      |       |      |
| <i>Bombacopsis nervosa</i>       | 21  | 0,42                                       | 36,40                | 1     | 1    |
| <i>Eriotheca globosa</i>         | 2   | 0,16                                       | 29,70                | 2     | 2    |
| <i>Matisia paraensis</i>         | 1   | 0,71                                       | 21,20                | 5     | 2    |
| Ni ni                            | 1   | 0,17                                       | 24,20                | 2     | 2    |
| <i>Pachira aquatica</i>          | 2   | 0,47                                       | 21,90                | 4     | 2    |
| <i>Pachira</i> spp.              | 1   | 0,51                                       | 23,90                | 4     | 2    |
| <i>Pseudobombax munguba</i>      | 1   | 0,26                                       | 20,90                | 3     | 2    |
| <i>Pseudobombax</i> spp.         | 1   | 1,19                                       | 21,50                | 5     | 2    |
| <i>Quaribea guianensis</i>       | 2   | 0,23                                       | 26,70                | 3     | 2    |
| <b>Boraginaceae</b>              |     |  |                      |       |      |
| <i>Cordia goeldiana</i>          | 6   | 0,05                                       | 49,60                | 1     | 2    |
| <i>Cordia scabrifolia</i>        | 8   | 0,15                                       | 24,70                | 1     | 2    |
| <i>Cordia</i> spp.               | 3   | 0,02                                       | 20,80                | 1     | 2    |
| <b>Burseraceae</b>               |     |  |                      |       |      |
| <i>Dacryodes nitens</i>          | 6   | 0,18                                       | 39,20                | 2     | 2    |
| Ni ni                            | 19  | 0,11                                       | 30,70                | 1     | 1    |
| <i>Paraprotium amazonicum</i>    | 35  | 0,27                                       | 27,10                | 1     | 1    |
| <i>Protium decandrum</i>         | 55  | 0,24                                       | 30,50                | 1     | 0    |
| <i>Protium hostmannii</i>        | 1   | 0,88                                       | 28,20                | 5     | 2    |
| <i>Protium krukaffii</i>         | 5   | 0,54                                       | 20,70                | 4     | 2    |
| <i>Protium opacum</i>            | 83  | 0,26                                       | 33,30                | 1     | 0    |
| <i>Protium pallidum</i>          | 4   | 0,38                                       | 24                   | 4     | 2    |
| <i>Protium robustum</i>          | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Protium sagotianum</i>        | 175 | 0,23                                       | 39,80                | 1     | 0    |
| <i>Protium</i> spp.              | 1   | 0,50                                       | 20,30                | 4     | 2    |
| <i>Tetragastris altissima</i>    | 8   | 0,47                                       | 58                   | 4     | 2    |
| <i>Tetragastris paraensis</i>    | 44  | 0,15                                       | 37,60                | 1     | 1    |
| <i>Trattinickia burserifolia</i> | 1   | 0,89                                       | 33,10                | 5     | 2    |
| <i>Trattinickia rhoifolia</i>    | 36  | 0,36                                       | 69,50                | 2     | 1    |
| <b>Caesalpinhiaceae</b>          |     |  |                      |       |      |
| <i>Batesia floribunda</i>        | 2   | 0,74                                       | 51,20                | 4     | 2    |
| <i>Bocoa alterna</i>             | 1   | 0,08                                       | 41,80                | 1     | 2    |
| <i>Cassia spruceana</i>          | 5   | 0,79                                       | 66,50                | 5     | 2    |
| <i>Chamaecrista bahiae</i>       | 44  | 0,26                                       | 55,60                | 2     | 1    |
| <i>Copaifera martii</i>          | 10  | 0,50                                       | 92,20                | 3     | 1    |
| <i>Cynometra spruceanum</i>      | 3   | 0  | 21                   | 1     | 2    |
| <i>Dialium guianensis</i>        | 24  | 0,20                                       | 73,50                | 2     | 1    |
| <i>Dimorphandra gardneriana</i>  | 10  | 0,67                                       | 85,60                | 3     | 1    |
| <i>Dimorphandra macrostachya</i> | 1   |  |                      | 3     | 4    |
| <i>Dimorphandra surtfolia</i>    | 1   | 0,72                                       | 21,20                | 5     | 2    |
| <i>Elizabetha bicolor</i>        | 12  | 0,22                                       | 44,50                | 1     | 1    |
| <i>Hymenaea courbaril</i>        | 40  | 0,39                                       | 116,50               | 3     | 1    |
| <i>Hymenaea intermedia</i>       | 4   | 0,10                                       | 59,10                | 1     | 2    |
| <i>Macrolobium acaciaefolium</i> | 1   | 0,01                                       | 33,70                | 1     | 2    |
| <i>Martiodendron parviflorum</i> | 6   | 0,47                                       | 99                   | 4     | 2    |
| Ni ni                            | 3   | 0,35                                       | 30,30                | 4     | 2    |
| <i>Peltogyne paradoxa</i>        | 4   | 0,35                                       | 57,50                | 4     | 2    |
| <i>Recordoxylon stenopetalum</i> | 1   | 0,07                                       | 57                   | 1     | 2    |

## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                  | N   | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|----------------------------------|-----|--|----------------------|-------|------|
| <i>Sclerolobium melanocarpum</i> | 11  | 1,23                                       | 73,50                | 5     | 1    |
| <i>Sclerolobium melinonii</i>    | 8   |  |                      | 5     | 4    |
| <i>Sclerolobium paraense</i>     | 6   | 1,80                                       | 23,10                | 5     | 2    |
| <i>Sclerolobium</i> spp.         | 6   | 1,15                                       | 82,80                | 5     | 2    |
| <i>Sclerolobium tinctorium</i>   | 145 | 0,84                                       | 69,30                | 5     | 0    |
| <i>Swartzia grandiflora</i>      | 1   | 0,23                                       | 20,80                | 3     | 2    |
| <i>Swartzia panacoco</i>         | 4   | 0,26                                       | 42,30                | 3     | 2    |
| <i>Swartzia polyphylla</i>       | 9   | 0,56                                       | 81,60                | 4     | 2    |
| <i>Swartzia racemosa</i>         | 16  | 0,29                                       | 102,80               | 3     | 1    |
| <i>Tachigalia alba</i>           | 1   |  |                      | 5     | 4    |
| <i>Tachigalia myrmecophylla</i>  | 104 | 1,41                                       | 74                   | 5     | 0    |
| <i>Tachigalia paraensis</i>      | 11  | 1,72                                       | 25,10                | 4     | 1    |
| <i>Tachigalia</i> spp.           | 2   | 0,92                                       | 21,60                | 5     | 2    |
| <i>Tachigalia spruceana</i>      | 2   |  |                      | 5     | 4    |
| <i>Vouacapoua americana</i>      | 6   | 0,38                                       | 28,70                | 4     | 2    |
| <i>Zizyphus tacauiunensis</i>    | 1   | 0,46                                       | 21,30                | 4     | 2    |
| <b>Caryocaraceae</b>             |     |  |                      |       |      |
| <i>Caryocar glabrum</i>          | 1   | 0,83                                       | 24,10                | 5     | 2    |
| <i>Caryocar villosum</i> .       | 5   | 0,30                                       | 93                   | 4     | 2    |
| <b>Celastraceae</b>              |     |  |                      |       |      |
| <i>Goupia glabra</i>             | 225 | 0,27                                       | 86,60                | 3     | 0    |
| <i>Maytenus floribunda</i>       | 110 | 0,14                                       | 37,60                | 1     | 0    |
| <i>Maytenus myrsinoides</i>      | 3   | 0,21                                       | 39,70                | 3     | 2    |
| Ni ni                            | 1   | -0,02                                      | 43,70                | 1     | 2    |
| <b>Chrysobalanaceae</b>          |     |  |                      |       |      |
| <i>Couepia guianensis</i>        | 1   | 0,15                                       | 34,40                | 1     | 2    |
| <i>Couepia robusta</i>           | 1   | 0,37                                       | 22,50                | 4     | 2    |
| <i>Hirtella bicornis</i>         | 2   | 0,22                                       | 26,40                | 3     | 2    |
| <i>Hirtella piresii</i>          | 2   | 0,18                                       | 25,10                | 2     | 2    |
| <i>Hirtella</i> spp.             | 9   | 0,23                                       | 29,50                | 3     | 2    |
| <i>Licania heteromorpha</i>      | 6   | 0,24                                       | 29,60                | 3     | 2    |
| <i>Licania impressa</i>          | 1   | 0,14                                       | 25,80                | 1     | 2    |
| <i>Licania kunthiana</i>         | 4   | 0,23                                       | 42,30                | 3     | 2    |
| <i>Licania latifolia</i>         | 18  | 0,32                                       | 52,60                | 2     | 1    |
| <i>Licania latimorpha</i>        | 1   |  |                      | 2     | 4    |
| <i>Licania macrophylla</i>       | 8   | 0,29                                       | 58,40                | 3     | 2    |
| <i>Licania membranacea</i>       | 4   | 0,44                                       | 28                   | 4     | 2    |
| <i>Licania paraensis</i>         | 9   | 0,17                                       | 56,60                | 1     | 2    |
| <i>Licania robusta</i>           | 3   | 0,30                                       | 55,20                | 3     | 2    |
| Ni ni                            | 4   | 0,15                                       | 23                   | 1     | 2    |
| <i>Parinari excelsa</i>          | 8   | 0,26                                       | 56,50                | 3     | 2    |
| <b>Clusiaceae</b>                |     |  |                      |       |      |
| <i>Vismia cayanensis</i>         | 1   | 0,48                                       | 25,50                | 4     | 2    |
| <i>Vismia</i> spp.               | 1   |  |                      | 4     | 4    |
| <b>Combretaceae</b>              |     |  |                      |       |      |
| <i>Buchenavia grandis</i>        | 1   | 0,28                                       | 59,80                | 3     | 2    |
| <i>Buchenavia huberi</i>         | 1   | 0,30                                       | 63,70                | 4     | 2    |
| <i>Buchenavia</i> spp.           | 1   | 0,62                                       | 20,70                | 4     | 2    |
| <i>Buchenavia parvifolia</i>     | 1   | 0,57                                       | 48,20                | 4     | 2    |
| Ni ni                            | 16  | 0,37                                       | 89,10                | 3     | 1    |

## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                   | N  | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|-----------------------------------|----|--|----------------------|-------|------|
| <i>Terminalia amazonica</i>       | 13 | 0,35                                       | 95,60                | 3     | 1    |
| <i>Terminalia argentea</i>        | 36 | 0,35                                       | 111,60               | 3     | 1    |
| <i>Terminalia</i> spp.            | 2  | 0,65                                       | 76,40                | 4     | 2    |
| <i>Terminalia</i> spp.            | 2  |  |                      | 3     | 4    |
| <b>Connaraceae</b>                |    |  |                      |       |      |
| <i>Connarus perrottetii</i>       | 2  | 0,11                                       | 26                   | 1     | 2    |
| <b>Dichapetraceae</b>             |    |  |                      |       |      |
| <i>Tapura amazonica</i>           | 1  |  |                      | 1     | 4    |
| <b>Ebenaceae</b>                  |    |  |                      |       |      |
| <i>Diospyros duckeyi</i>          | 2  | 0,04                                       | 30                   | 1     | 2    |
| <i>Diospyros guianensis</i>       | 1  |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Diospyros praetermissa</i>     | 65 | 0,15                                       | 34,70                | 1     | 0    |
| <i>Diospyros santaremnensis</i>   | 37 | 0,29                                       | 35,40                | 1     | 1    |
| <i>Diospyros</i> spp.             | 15 | 0,15                                       | 35,40                | 1     | 1    |
| <b>Elaeocarpaceae</b>             |    |  |                      |       |      |
| <i>Sloanea grandis</i>            | 14 | 0,20                                       | 44,60                | 1     | 1    |
| <i>Sloanea guianensis</i>         | 1  | 0,30                                       | 22,50                | 4     | 2    |
| <i>Sloanea</i> spp.               | 6  | 0,20                                       | 24,80                | 3     | 2    |
| <i>Sloanea obtusa</i>             | 40 | 0,25                                       | 81,30                | 3     | 1    |
| <i>Sloanea</i> spp.               | 18 | 0,20                                       | 56                   | 2     | 1    |
| <b>Euphorbiaceae</b>              |    |  |                      |       |      |
| <i>Conceveiba guianensis</i>      | 6  | 0,20                                       | 34,80                | 2     | 2    |
| <i>Conceveibastrum martianum</i>  | 8  | 0,17                                       | 28,70                | 1     | 2    |
| <i>Drypetes variabilis</i>        | 94 | 0,24                                       | 31,50                | 1     | 0    |
| <i>Glycidendron amazonicum</i>    | 16 | 0,39                                       | 47                   | 1     | 1    |
| <i>Mabea caudata</i>              | 27 | 0,12                                       | 28,60                | 1     | 1    |
| <i>Mabea</i> spp.                 | 1  | 0,15                                       | 20,60                | 1     | 2    |
| <i>Pogonophora schomburgkiana</i> | 21 | 0,29                                       | 46,30                | 1     | 1    |
| <i>Sagotia racemosa</i>           | 6  | 0,05                                       | 20,50                | 1     | 2    |
| <b>Fabaceae</b>                   |    |  |                      |       |      |
| <i>Andira surinamensis</i>        | 2  | 0,31                                       | 29,10                | 4     | 2    |
| <i>Bowdichia nitida</i>           | 18 | 0,10                                       | 89,60                | 3     | 1    |
| <i>Dalbergia spruceana</i>        | 1  | -0,21                                      | 59,40                | 1     | 2    |
| <i>Diploptropis purpurea</i>      | 7  | 0,19                                       | 74,20                | 1     | 2    |
| <i>Diploptropis racemosa</i>      | 1  | 0,07                                       | 56,50                | 1     | 2    |
| <i>Dipteryx magnifica</i>         | 15 | 0,25                                       | 62                   | 2     | 1    |
| <i>Dipteryx odorata</i>           | 58 | 0,14                                       | 99                   | 3     | 0    |
| <i>Dussia discolor</i>            | 1  |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Hymenolobium excelsum</i>      | 6  | 0,32                                       | 126                  | 4     | 2    |
| <i>Hymenolobium flavum</i>        | 2  | 0,18                                       | 51,20                | 2     | 2    |
| <i>Hymenolobium petraeum</i>      | 2  |  |                      | 4     | 4    |
| <i>Hymenolobium sericeum</i>      | 20 | 0,38                                       | 58,50                | 2     | 1    |
| <i>Ormosia coccinea</i>           | 1  |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Ormosia flava</i>              | 8  | 0,39                                       | 55,30                | 4     | 2    |
| <i>Ormosia paraensis</i>          | 1  | 0,06                                       | 34,80                | 1     | 2    |
| <i>Platymiscium</i> spp.          | 7  | 0,35                                       | 52,50                | 4     | 2    |
| <i>Platymiscium ulei</i>          | 3  | 0,34                                       | 40,70                | 4     | 2    |
| <i>Pterocarpus rhorii</i>         | 1  |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Pterocarpus</i> spp.           | 2  |  |                      | 2     | 4    |
| <i>Vatairea erythrocarpa</i>      | 11 | 0,39                                       | 44,20                | 1     | 1    |

## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                 | N   | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|---------------------------------|-----|--|----------------------|-------|------|
| <i>Vatairea</i> spp.            | 30  | 0,39                                       | 57,30                | 2     | 1    |
| <i>Vataireopsis speciosa</i>    | 3   | 0,12                                       | 120,30               | 1     | 2    |
| <b>Flacourtiaceae</b>           |     |  |                      |       |      |
| <i>Casearia arborea</i>         | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Casearia favitensis</i>      | 3   | 0,05                                       | 22                   | 1     | 2    |
| <i>Casearia pitumba</i>         | 3   | 0,32                                       | 21,50                | 4     | 2    |
| <i>Homalium recemosum</i>       | 2   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Laetia procera</i>           | 32  | 0,29                                       | 53,10                | 2     | 1    |
| Ni ni                           | 2   | 0,53                                       | 22                   | 4     | 2    |
| <b>Guttiferae</b>               |     |  |                      |       |      |
| <i>Calophyllum brasiliensis</i> | 2   | 0,14                                       | 64,20                | 1     | 2    |
| <i>Platonia insignis</i>        | 4   | 0,04                                       | 107                  | 1     | 2    |
| <i>Symphonia globulifera</i>    | 41  | 0,46                                       | 56,30                | 2     | 1    |
| <i>Tomovita cephalostigma</i>   | 8   | 0,18                                       | 25,50                | 1     | 2    |
| <b>Hippocrateaceae</b>          |     |  |                      |       |      |
| <i>Cheiloclinium cognatum</i>   | 2   | 0,23                                       | 20,60                | 3     | 2    |
| <b>Humiriaceae</b>              |     |  |                      |       |      |
| <i>Endopleura uchi</i>          | 41  | 0,55                                       | 82,10                | 3     | 1    |
| <i>Saccoglottis amazonica</i>   | 2   | 0,56                                       | 28,40                | 4     | 2    |
| <i>Saccoglottis guianensis</i>  | 1   | 0,43                                       | 30,50                | 4     | 2    |
| <i>Saccoglottis</i> spp.        | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Vantanea guianensis</i>      | 3   | 0,35                                       | 21,50                | 4     | 2    |
| <b>Icacinaeae</b>               |     |  |                      |       |      |
| <i>Dendrobangia boliviana</i>   | 199 | 0,24                                       | 45,70                | 1     | 0    |
| <i>Emmotum fagifolium</i>       | 8   | 0,38                                       | 33,50                | 4     | 2    |
| <i>Poraqueiba guianensis</i>    | 2   | 0,10                                       | 31,80                | 1     | 2    |
| <b>Lauraceae</b>                |     |  |                      |       |      |
| <i>Aniba albescens</i>          | 45  | 0,35                                       | 35,10                | 1     | 1    |
| <i>Aniba canellila</i>          | 5   | 0,18                                       | 66,50                | 2     | 2    |
| <i>Aniba cayennensis</i>        | 2   | 0,18                                       | 21,70                | 1     | 2    |
| <i>Aniba fragans</i>            | 11  | 0,25                                       | 55,90                | 2     | 1    |
| <i>Aniba gigantofolia</i>       | 14  | 0,16                                       | 62,80                | 2     | 1    |
| <i>Aniba paraensis</i>          | 1   | 0,32                                       | 26,40                | 4     | 2    |
| <i>Aniba puchury</i>            | 1   | 0,10                                       | 22,30                | 1     | 2    |
| <i>Aniba roseodora</i>          | 1   | 0,12                                       | 45,30                | 1     | 2    |
| <i>Aniba squarenses</i>         | 1   | 0,13                                       | 36,50                | 1     | 2    |
| <i>Beilschmiedia</i> spp.       | 10  | 0,27                                       | 32,80                | 1     | 1    |
| <i>Beilschmiedia</i> spp.       | 30  | 0,54                                       | 30,90                | 4     | 1    |
| <i>Licaria canella</i>          | 29  | 0,28                                       | 59,30                | 2     | 1    |
| <i>Licaria reitzkleiniana</i>   | 1   | 0,33                                       | 27,20                | 4     | 2    |
| <i>Mezilaurus lindaviana</i>    | 41  | 0,15                                       | 58                   | 2     | 1    |
| <i>Nectandra myriantha</i>      | 79  | 0,39                                       | 69,20                | 2     | 0    |
| Ni ni                           | 44  | 0,36                                       | 46,50                | 1     | 1    |
| <i>Ocotea amazonica</i>         | 2   | 0,27                                       | 57,20                | 3     | 2    |
| <i>Ocotea costulata</i>         | 8   | 0,33                                       | 27,70                | 4     | 2    |
| <i>Ocotea dissimilis</i>        | 19  | 0,24                                       | 49,70                | 1     | 1    |
| <i>Ocotea douradensis</i>       | 161 | 0,36                                       | 59                   | 2     | 0    |
| <i>Ocotea</i> spp.              | 46  | 0,22                                       | 44,60                | 1     | 1    |
| <i>Ocotea sprucei</i>           | 2   | 0,60                                       | 20,80                | 5     | 2    |
| <i>Persea jariensis</i>         | 16  | 0,21                                       | 71,70                | 2     | 1    |

## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                  | N   | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|----------------------------------|-----|--|----------------------|-------|------|
| <b>Lecythydaceae</b>             |     |  |                      |       |      |
| <i>Bertholletia excels.</i>      | 2   | 0,51                                       | 145,80               | 4     | 2    |
| <i>Corytophora rimosa</i>        | 115 | 0,27                                       | 72,30                | 2     | 0    |
| <i>Couratari guianensis</i>      | 10  | 0,23                                       | 33,20                | 1     | 1    |
| <i>Couratari oblongifolia</i>    | 1   | 0,15                                       | 41,70                | 4     | 2    |
| <i>Couratari</i> spp.            | 2   | 0,39                                       | 38                   | 4     | 2    |
| <i>Eschweilera amazonica</i>     | 103 | 0,22                                       | 41,90                | 1     | 0    |
| <i>Eschweilera coriacea</i>      | 135 | 0,15                                       | 47                   | 1     | 0    |
| <i>Eschweilera floribunda</i>    | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Eschweilera fracta</i>        | 8   | 0,11                                       | 25                   | 1     | 2    |
| <i>Eschweilera jurunensis</i>    | 219 | 0,24                                       | 54,60                | 2     | 0    |
| <i>Eschweilera pecicellata</i>   | 1   | 0,42                                       | 42,50                | 4     | 2    |
| <i>Eschweilera</i> spp.          | 42  | 0,12                                       | 45                   | 1     | 1    |
| <i>Eschweilera subglandulosa</i> | 10  | 0,10                                       | 27,60                | 1     | 1    |
| <i>Gustavia augusta</i>          | 20  | 0,04                                       | 23,50                | 1     | 1    |
| <i>Gustavia hexapetala</i>       | 50  | 0,31                                       | 64,20                | 2     | 0    |
| <i>Lecythis lurida</i>           | 8   | 0,42                                       | 67,50                | 4     | 2    |
| <i>Lecythis poitequi</i>         | 95  | 0,16                                       | 60,60                | 2     | 0    |
| <i>Lecythis</i> spp.             | 20  | 0,41                                       | 84,20                | 3     | 1    |
| <i>Lecythis usitata</i>          | 4   | 0,19                                       | 40,30                | 1     | 2    |
| <b>Loganiaceae</b>               |     |  |                      |       |      |
| <i>Antonia ovata</i>             | 2   | 0,16                                       | 21,70                | 1     | 2    |
| <b>Malpighiaceae</b>             |     |  |                      |       |      |
| <i>Byrsonima densa</i>           | 12  | 0,87                                       | 52,70                | 4     | 1    |
| <i>Byrsonima stipulacea</i>      | 22  | 1,05                                       | 24,60                | 4     | 1    |
| <b>Melastomataceae</b>           |     |  |                      |       |      |
| <i>Belucia dichotoma</i>         | 22  | 0,85                                       | 25,40                | 4     | 1    |
| <i>Miconia amazonicum</i>        | 1   |  |                      | 4     | 4    |
| <i>Miconia guianensis</i>        | 1   |  |                      | 4     | 4    |
| <i>Miconia</i> spp.              | 4   |  |                      | 4     | 4    |
| <i>Miconia surinamensis</i>      | 20  | 0,52                                       | 30,60                | 4     | 1    |
| <i>Mouriri callocarpa</i>        | 92  | 0,23                                       | 53,20                | 2     | 0    |
| <i>Mouriri</i> spp.              | 1   | 0,12                                       | 20,20                | 1     | 2    |
| <i>Mouriria brachyanthera</i>    | 4   | 0,16                                       | 55,30                | 1     | 2    |
| <i>Mouriria</i> spp.             | 20  | 0,20                                       | 47,10                | 1     | 1    |
| <b>Meliaceae</b>                 |     |  |                      |       |      |
| <i>Carapa guianensis</i>         | 28  | 0,33                                       | 64,50                | 2     | 1    |
| <i>Guarea grandifolia</i>        | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Guarea pebescens</i>          | 1   |  |                      | 4     | 4    |
| Ni ni                            | 4   | 0,11                                       | 22,10                | 1     | 2    |
| <i>Trichilia lecointei</i>       | 5   | 0,31                                       | 45,50                | 4     | 2    |
| <i>Trichilia septentrionalis</i> | 7   | 0,16                                       | 26                   | 1     | 2    |
| <b>Mimosaceae</b>                |     |  |                      |       |      |
| <i>Abarema jupunba</i>           | 2   |  |                      | 2     | 4    |
| <i>Balizia elegans</i>           | 1   | 1,29                                       | 23,50                | 5     | 2    |
| <i>Dinizia excelsa</i>           | 5   | 0,53                                       | 173,20               | 4     | 2    |
| <i>Enterolobium barnebianum</i>  | 2   | 0,29                                       | 29,90                | 4     | 2    |
| <i>Enterolobium schomburgkii</i> | 9   | 0,52                                       | 101,20               | 4     | 2    |
| <i>Inga alba</i>                 | 48  | 0,74                                       | 69,50                | 5     | 1    |
| <i>Inga bracteosa</i>            | 5   | 0,42                                       | 27,90                | 4     | 2    |

## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                      | N   | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|--------------------------------------|-----|--|----------------------|-------|------|
| <i>Inga capitata</i>                 | 59  | 0,61                                       | 34,40                | 4     | 0    |
| <i>Inga cayennensis</i>              | 24  | 0,46                                       | 21                   | 4     | 1    |
| <i>Inga edulis</i>                   | 3   | 0,70                                       | 23,30                | 4     | 2    |
| <i>Inga heterophylla</i>             | 31  | 0,51                                       | 43,90                | 4     | 1    |
| <i>Inga negrensis</i>                | 10  |  |                      | 4     | 4    |
| <i>Inga paraensis</i>                | 112 | 0,55                                       | 37                   | 4     | 0    |
| <i>Inga rubiginosa</i>               | 11  | 0,54                                       | 28,50                | 4     | 1    |
| <i>Inga</i> spp.                     | 66  | 0,37                                       | 42                   | 1     | 0    |
| <i>Inga tarapotensis</i>             | 17  |  |                      | 4     | 4    |
| <i>Marmaroxylon racemosum</i>        | 22  | 0,25                                       | 53                   | 2     | 1    |
| Ni ni                                | 1   |  |                      | 4     | 4    |
| <i>Parkia decussata</i>              | 19  | 1,11                                       | 83,50                | 5     | 1    |
| <i>Parkia gigantocarpa</i>           | 1   | 0,26                                       | 20,80                | 3     | 2    |
| <i>Parkia oppositifolia</i>          | 11  | 0,70                                       | 64,20                | 5     | 1    |
| <i>Parkia pendula</i>                | 11  | 0,65                                       | 104,50               | 3     | 1    |
| <i>Parkia reticulata</i>             | 2   | 0,40                                       | 21,20                | 4     | 2    |
| <i>Parkia ulei</i>                   | 32  | 1,16                                       | 86,80                | 5     | 1    |
| <i>Pithecellobium cochleatum</i>     | 35  | 0,22                                       | 37,90                | 1     | 1    |
| <i>Pithecellobium decandrum</i>      | 31  | 0,51                                       | 68,30                | 2     | 1    |
| <i>Pithecellobium pedicellare</i>    | 1   | 0,47                                       | 71,40                | 4     | 2    |
| <i>Pithecellobium</i> spp.           | 8   | 0,54                                       | 44,40                | 4     | 2    |
| <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> | 50  | 0,65                                       | 102,80               | 3     | 0    |
| <i>Stryphnodendron paniculatum</i>   | 42  | 0,55                                       | 56,60                | 2     | 1    |
| <i>Stryphnodendron pulcherrimum</i>  | 27  | 0,97                                       | 59,60                | 5     | 1    |
| <i>Stryphnodendron spruceana</i>     | 1   |  |                      | 2     | 4    |
| <i>Zygia ampla</i>                   | 1   | 0,01                                       | 24                   | 1     | 2    |
| <i>Zygia latifolia</i>               | 4   |  |                      | 4     | 1    |
| <b>Monimiaceae</b>                   |     |  |                      |       |      |
| <i>Siparuna decipiens</i>            | 11  | 0,08                                       | 31,70                | 1     | 1    |
| <i>Siparuna guianensis</i>           | 33  | 0,08                                       | 31,50                | 1     | 1    |
| <i>Siparuna</i> spp.                 | 1   | 0,06                                       | 25,50                | 1     | 2    |
| <b>Moraceae</b>                      |     |  |                      |       |      |
| <i>Brosimum acutifolium</i>          | 23  | 0,25                                       | 81,80                | 3     | 1    |
| <i>Brosimum guianensis</i>           | 51  | 0,14                                       | 35                   | 1     | 0    |
| <i>Brosimum lactescens</i>           | 12  | 0,11                                       | 44,70                | 1     | 1    |
| <i>Brosimum parinarioides</i>        | 27  | 0,41                                       | 70,40                | 2     | 1    |
| <i>Brosimum rubescens</i>            | 28  | 0,30                                       | 52,40                | 2     | 1    |
| <i>Brosimum</i> spp.                 | 29  | 0,14                                       | 43,80                | 1     | 1    |
| <i>Cecropia obtusa</i>               | 33  | 0,30                                       | 27                   | 1     | 1    |
| <i>Cecropia sciadophylla</i>         | 235 | 0,90                                       | 38,70                | 4     | 0    |
| <i>Cecropia</i> spp.                 | 2   | 0,16                                       | 26,80                | 1     | 2    |
| <i>Clarisia racemosa</i>             | 8   | 0,32                                       | 78,30                | 4     | 2    |
| <i>Helicostylis</i> spp.             | 23  | 0,12                                       | 32,20                | 1     | 1    |
| <i>Maquira guianensis</i>            | 54  | 0,24                                       | 37,50                | 1     | 0    |
| <i>Maquira sclerophylla</i>          | 3   | 0,15                                       | 25,40                | 1     | 2    |
| <i>Maquira</i> spp.                  | 7   | 0,19                                       | 39,80                | 2     | 2    |
| Ni ni                                | 3   | 0,17                                       | 22,80                | 3     | 2    |
| <i>Perebea mollis</i>                | 1   | 0,08                                       | 20,40                | 1     | 2    |
| <i>Pourouma miror</i>                | 13  | 0,64                                       | 24,30                | 4     | 1    |
| <i>Pourouma</i> spp.                 | 22  | 0,61                                       | 22,95                | 4     | 1    |

## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                  | N   | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|----------------------------------|-----|--|----------------------|-------|------|
| <i>Pourouma vilosa</i>           | 47  | 0,54                                       | 33                   | 4     | 1    |
| <i>Trymotococcus paraensis</i>   | 10  | 0,12                                       | 34,90                | 1     | 1    |
| <b>Myristicaceae</b>             |     |  |                      |       |      |
| <i>Iryanthera sagotiana</i>      | 148 | 0,22                                       | 43,50                | 1     | 0    |
| <i>Iryanthera</i> spp.           | 4   | 0,07                                       | 31,80                | 1     | 2    |
| <i>Myrciaria floribunda</i>      | 45  | 0,15                                       | 35,80                | 1     | 1    |
| <i>Osteophloeum platyspermum</i> | 5   | 0,75                                       | 51,60                | 5     | 2    |
| <i>Virola calophylla</i>         | 2   | 0,16                                       | 20,70                | 1     | 2    |
| <i>Virola michelli</i>           | 167 | 0,46                                       | 61,10                | 2     | 0    |
| <i>Virola sebifera</i>           | 2   | 0,41                                       | 27,10                | 4     | 2    |
| <i>Virola</i> spp.               | 6   | 0,14                                       | 27,60                | 1     | 2    |
| <b>Myrtaceae</b>                 |     |  |                      |       |      |
| <i>Eugenia paraensis</i>         | 1   | 0,24                                       | 21,70                | 3     | 2    |
| <i>Eugenia patrisii</i>          | 12  | 0,11                                       | 28,50                | 1     | 1    |
| <i>Myrcia clusiifolia</i>        | 2   | 0,11                                       | 20,70                | 1     | 2    |
| <i>Myrcia falax</i>              | 71  | 0,10                                       | 33,30                | 1     | 0    |
| <i>Myrciaria floribunda</i>      | 3   | 0,13                                       | 24,20                | 1     | 2    |
| Ni ni                            | 4   | 0,13                                       | 29,20                | 1     | 2    |
| <b>Ni</b>                        |     |  |                      |       |      |
| Ni ni                            | 138 | 0,20                                       | 70,90                | 2     | 0    |
| <b>Nyctaginaceae</b>             |     |  |                      |       |      |
| <i>Neea constricta</i>           | 81  | 0,22                                       | 41,90                | 1     | 0    |
| <i>Neea</i> spp.                 | 3   | 0,32                                       | 25,80                | 4     | 2    |
| <b>Ochanaceae</b>                |     |  |                      |       |      |
| <i>Ouratea polygyna</i>          | 8   | 0,07                                       | 27                   | 1     | 2    |
| <b>Olacaceae</b>                 |     |  |                      |       |      |
| <i>Chaunochiton kappleri</i>     | 15  | 0,30                                       | 70,70                | 2     | 1    |
| <i>Douradoa consimilis</i>       | 1   | 0,16                                       | 26,30                | 1     | 2    |
| <i>Dulacia guianensis</i>        | 3   | 0,11                                       | 36,90                | 1     | 2    |
| <i>Minquartia guianensis</i>     | 167 | 0,25                                       | 71                   | 2     | 0    |
| Ni ni                            | 2   | 0,08                                       | 39,80                | 1     | 2    |
| <b>Opiliaceae</b>                |     |  |                      |       |      |
| <i>Agonandra brasiliensis</i>    | 11  | 0,10                                       | 43,30                | 1     | 1    |
| <b>Papilionoideae</b>            |     |  |                      |       |      |
| <i>Acosmium nitens</i>           | 1   | 0,05                                       | 21                   | 1     | 2    |
| <i>Platymiscium trinitatis</i>   | 1   | 0,33                                       | 26,80                | 4     | 2    |
| <i>Platysmicium</i> spp.         | 4   | 0,29                                       | 39,20                | 3     | 2    |
| <i>Pterocarpus rohrii</i>        | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <b>Quiinaceae</b>                |     |  |                      |       |      |
| <i>Lacunaria spruceana</i>       | 5   | 0,16                                       | 22,40                | 1     | 2    |
| <b>Rubiaceae</b>                 |     |  |                      |       |      |
| <i>Borojoa sorbilis</i>          | 2   | 0,17                                       | 25,40                | 2     | 2    |
| <i>Chimarrhis turbinata</i>      | 51  | 0,31                                       | 54                   | 2     | 0    |
| <i>Duroia macrophylla</i>        | 1   |  |                      | 2     | 4    |
| <i>Duroia</i> spp.               | 1   | 0  | 25,60                | 1     | 2    |
| <i>Ferdinandusa elliptica</i>    | 2   | 0,25                                       | 22,20                | 3     | 2    |
| <i>Ferdinandusa paraensis</i>    | 1   |  |                      | 3     | 4    |
| Ni ni                            | 6   | 0,18                                       | 42,40                | 1     | 2    |
| <i>Psychotria mapouriioides</i>  | 6   | 0,07                                       | 22,70                | 1     | 2    |



## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                   | N   | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|-----------------------------------|-----|--|----------------------|-------|------|
| <b>Rutaceae</b>                   |     |  |                      |       |      |
| <i>Zanthoxylum panamensis</i>     | 1   | 0,74                                       | 48,70                | 5     | 2    |
| <i>Zanthoxylum</i> spp.           | 2   | 0,20                                       | 38,10                | 3     | 2    |
| <b>Sapindaceae</b>                |     |  |                      |       |      |
| <i>Cupania</i> cf. <i>Hirsuta</i> | 15  | 0,19                                       | 33,80                | 1     | 1    |
| <i>Toulicia acutifolia</i>        | 8   | 0,17                                       | 37,10                | 1     | 2    |
| <i>Toulicia bulata</i>            | 1   | 0,59                                       | 26,20                | 4     | 2    |
| <i>Vouarana guianensis</i>        | 1   | 0,47                                       | 25,30                | 4     | 2    |
| <b>Sapotaceae</b>                 |     |  |                      |       |      |
| <i>Achrouteria pamifera</i>       | 3   | 0,22                                       | 48,20                | 3     | 2    |
| <i>Barylucuma decusata</i>        | 3   | 0,21                                       | 27,30                | 2     | 2    |
| <i>Eclinusa guianensis</i>        | 15  | 0,31                                       | 54,20                | 2     | 1    |
| <i>Manilkara bidentata</i>        | 108 | 0,28                                       | 88,20                | 3     | 0    |
| <i>Manilkara huberi</i>           | 247 | 0,42                                       | 93,30                | 3     | 0    |
| <i>Micropholis guianensis</i>     | 147 | 0,31                                       | 65,70                | 2     | 0    |
| <i>Micropholis mensalis</i>       | 2   | 0,21                                       | 59,70                | 4     | 2    |
| <i>Micropholis venulosa</i>       | 2   | 0,11                                       | 36,50                | 1     | 2    |
| <i>Nemaluma anomalum</i>          | 11  | 0,23                                       | 50,10                | 2     | 1    |
| <i>Nemaluma engleri</i>           | 2   | 0,27                                       | 63,10                | 3     | 2    |
| <i>Nemaluma</i> spp.              | 2   |  |                      | 2     | 4    |
| Ni ni                             | 446 | 0,21                                       | 54,90                | 2     | 0    |
| <i>Pouteria amapaensis</i>        | 2   | 0,35                                       | 40,30                | 4     | 2    |
| <i>Pouteria amazonica</i>         | 13  | 0,22                                       | 60,50                | 2     | 1    |
| <i>Pouteria anomala</i>           | 1   |  |                      | 2     | 4    |
| <i>Pouteria bilocularis</i>       | 5   | 0,39                                       | 45,30                | 4     | 2    |
| <i>Pouteria branquetum</i>        | 2   | 0,26                                       | 22,30                | 3     | 2    |
| <i>Pouteria caldense</i>          | 1   |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Pouteria cladantha</i>         | 16  | 0,23                                       | 51,20                | 2     | 1    |
| <i>Pouteria crassifolia</i>       | 5   | 0,36                                       | 52,10                | 4     | 2    |
| <i>Pouteria elegans</i>           | 14  | 0,17                                       | 75                   | 2     | 1    |
| <i>Pouteria guianensis</i>        | 2   | 0,18                                       | 49,90                | 1     | 2    |
| <i>Pouteria kruko</i>             | 32  | 0,32                                       | 57,50                | 2     | 1    |
| <i>Pouteria lasiocarpa</i>        | 2   | 0,28                                       | 30,30                | 4     | 2    |
| <i>Pouteria laurifolia</i>        | 53  | 0,20                                       | 43,90                | 1     | 0    |
| <i>Pouteria macrocarpa</i>        | 53  | 0,16                                       | 61,70                | 2     | 0    |
| <i>Pouteria</i> spp.              | 408 | 0,24                                       | 61,10                | 2     | 0    |
| <i>Pouteria oblanceolata</i>      | 10  | 0,08                                       | 47,50                | 1     | 1    |
| <i>Pouteria oppositifolia</i>     | 1   |  |                      | 2     | 4    |
| <i>Pouteria pariri</i>            | 6   | 0,51                                       | 64,80                | 4     | 2    |
| <i>Pouteria procera</i>           | 3   | 0,30                                       | 22                   | 4     | 2    |
| <i>Pouteria</i> spp.              | 54  | 0,21                                       | 61                   | 2     | 0    |
| <i>Pouteria spruceana</i>         | 7   | 0,21                                       | 31,90                | 3     | 2    |
| <i>Priourella amapaensis</i>      | 7   | 0,29                                       | 42,80                | 3     | 2    |
| <i>Priourella amazonicum</i>      | 1   | 0,31                                       | 23,90                | 4     | 2    |
| <i>Priourella</i> spp.            | 1   | 0,12                                       | 48                   | 1     | 2    |
| <i>Priourella preurii</i>         | 38  | 0,25                                       | 57,80                | 2     | 1    |
| <i>Ragala balata</i>              | 1   | 0,17                                       | 23,80                | 1     | 2    |
| <i>Richardella rodriguesiana</i>  | 10  | 0,28                                       | 55,10                | 2     | 1    |
| <i>Syzygiopsis amazonica</i>      | 5   | 0,18                                       | 52                   | 1     | 2    |
| <i>Syzygiopsis oppositifolia</i>  | 115 | 0,31                                       | 87,90                | 3     | 0    |

## APÊNDICE 3 – CONTINUAÇÃO ...

| NOME CIENTÍFICO                      | N  | IPA <sub>DAP</sub> (cm.ano <sup>-1</sup> ) | P <sub>95</sub> (cm) | GRUPO | DISC |
|--------------------------------------|----|--|----------------------|-------|------|
| <i>Syzygiopsis pachycarpa</i>        | 53 | 0,29                                       | 65,30                | 2     | 0    |
| <i>Syzygiopsis spruceana</i>         | 1  | 0,50                                       | 53,90                | 4     | 2    |
| <b>Simaroubaceae</b>                 |    |  |                      |       |      |
| <i>Simaba multiflora</i>             | 1  | 0,48                                       | 21                   | 4     | 2    |
| <i>Simaruba amara</i>                | 20 | 0,55                                       | 51                   | 4     | 1    |
| <b>Sterculiaceae</b>                 |    |  |                      |       |      |
| <i>Sterculia excelsa</i> var. pilosa | 72 | 0,24                                       | 41,60                | 1     | 0    |
| <i>Sterculia</i> spp.                | 2  |  |                      | 1     | 4    |
| <i>Theobroma subincanum</i>          | 4  | 0  | 21,50                | 1     | 2    |
| <i>Theobroma sylvestre</i>           | 1  | 0,16                                       | 23,20                | 2     | 2    |
| <b>Styracaceae</b>                   |    |  |                      |       |      |
| <i>Styrax sieberi</i>                | 4  | 2  | 25,70                | 5     | 2    |
| <b>Tiliaceae</b>                     |    |  |                      |       |      |
| <i>Apeiba burchellii</i>             | 39 | 0,41                                       | 62,30                | 2     | 1    |
| <i>Luehea speciosa</i>               | 13 | 0,29                                       | 73,10                | 2     | 1    |
| <b>Ulmaceae</b>                      |    |  |                      |       |      |
| <i>Ampelocera edentula</i>           | 22 | 0,28                                       | 34,20                | 1     | 1    |
| <b>Verbenaceae</b>                   |    |  |                      |       |      |
| <i>Vitex triflora</i>                | 1  | 0,11                                       | 24                   | 1     | 2    |
| <b>Violaceae</b>                     |    |  |                      |       |      |
| <i>Rinorea guianensis</i>            | 61 | 0,18                                       | 39,40                | 1     | 0    |
| <i>Rinorea lindeniana</i>            | 54 | 0,08                                       | 25,20                | 1     | 0    |
| <b>Vochysiaceae</b>                  |    |  |                      |       |      |
| <i>Erismia laurifolium</i>           | 1  | 0,56                                       | 41,70                | 5     | 2    |
| <i>Erismia uncinatum</i>             | 3  | 0,40                                       | 105,50               | 4     | 2    |
| Ni ni                                | 2  | 0,36                                       | 48,40                | 4     | 2    |
| <i>Qualea albiflora</i>              | 55 | 0,63                                       | 78                   | 5     | 0    |
| <i>Qualea coerulea</i>               | 1  | 0,14                                       | 20,40                | 1     | 2    |
| <i>Qualea paraensis</i>              | 17 | 0,49                                       | 53,80                | 2     | 1    |
| <i>Qualea rosea</i>                  | 2  | 0,23                                       | 20,90                | 3     | 2    |
| <i>Vochysia eximia</i>               | 1  |  |                      | 4     | 4    |
| <i>Vochysia guianensis</i>           | 10 | 0,57                                       | 72,60                | 2     | 1    |
| <i>Vochysia</i> spp.                 | 1  | 0,77                                       | 43,20                | 5     | 2    |
| <i>Vochysia obscura</i>              | 7  | 0,69                                       | 51                   | 4     | 2    |
| <i>Vochysia vismiaefolia</i>         | 1  | 0,64                                       | 41                   | 4     | 2    |



## APÊNDICE 4 – CONTINUAÇÃO ...

| ANO DE 1990 |    |        |        |        |        |        |        |               |        |        |        |        |               |
|-------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|--------|--------|--------|--------|---------------|
|             | T0 | T1     | T2     | T3     | T4     | T5     | T6     | T7            | T8     | T9     | T10    | T11    | T12           |
| T0          | 1  | 0,6253 | 0,6109 | 0,4885 | 0,6083 | 0,6696 | 0,5951 | 0,7377        | 0,6490 | 0,7208 | 0,6973 | 0,7288 | 0,6654        |
| T1          | 0  | 1      | 0,8207 | 0,7339 | 0,8205 | 0,8163 | 0,7850 | 0,7901        | 0,7445 | 0,7316 | 0,7187 | 0,7743 | 0,7567        |
| T2          | 0  | 0      | 1      | 0,7516 | 0,8114 | 0,7710 | 0,7514 | 0,8270        | 0,6494 | 0,7113 | 0,7214 | 0,7100 | 0,7490        |
| T3          | 0  | 0      | 0      | 1      | 0,7312 | 0,6240 | 0,7975 | 0,6730        | 0,6433 | 0,7082 | 0,6519 | 0,6859 | 0,7685        |
| T4          | 0  | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,8424 | 0,7392 | 0,8250        | 0,7158 | 0,7476 | 0,6523 | 0,7632 | 0,7610        |
| T5          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,6756 | 0,8422        | 0,7578 | 0,7059 | 0,6843 | 0,7530 | 0,7245        |
| T6          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,7226        | 0,7102 | 0,7750 | 0,7406 | 0,7954 | 0,8108        |
| T7          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1             | 0,6849 | 0,7384 | 0,6883 | 0,7826 | 0,7662        |
| T8          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 1      | 0,7872 | 0,6401 | 0,7502 | 0,7597        |
| T9          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0      | 1      | 0,7326 | 0,7409 | <b>0,8433</b> |
| T10         | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0      | 0      | 1      | 0,7222 | 0,7366        |
| T11         | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,7988        |
| T12         | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0      | 0      | 0      | 0      | 1             |
| ANO DE 1994 |    |        |        |        |        |        |        |               |        |        |        |        |               |
|             | T0 | T1     | T2     | T3     | T4     | T5     | T6     | T7            | T8     | T9     | T10    | T11    | T12           |
| T0          | 1  | 0,6377 | 0,6184 | 0,5137 | 0,6118 | 0,6849 | 0,5994 | 0,7302        | 0,6527 | 0,7176 | 0,7082 | 0,7296 | 0,6651        |
| T1          | 0  | 1      | 0,8310 | 0,7475 | 0,8132 | 0,8190 | 0,7942 | 0,7991        | 0,7528 | 0,7455 | 0,6983 | 0,7825 | 0,7479        |
| T2          | 0  | 0      | 1      | 0,7696 | 0,7966 | 0,7751 | 0,7507 | 0,8402        | 0,6560 | 0,7201 | 0,7109 | 0,7349 | 0,7547        |
| T3          | 0  | 0      | 0      | 1      | 0,7333 | 0,6539 | 0,7873 | 0,6935        | 0,6676 | 0,7231 | 0,6601 | 0,7164 | 0,7729        |
| T4          | 0  | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,8334 | 0,7315 | 0,8020        | 0,7206 | 0,7511 | 0,6414 | 0,7717 | 0,7466        |
| T5          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,7057 | 0,8376        | 0,7785 | 0,7217 | 0,6822 | 0,7813 | 0,7224        |
| T6          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,7250        | 0,7256 | 0,7753 | 0,7535 | 0,8098 | 0,7888        |
| T7          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 1             | 0,6893 | 0,7359 | 0,6878 | 0,7982 | 0,7554        |
| T8          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 1      | 0,7934 | 0,6411 | 0,7489 | 0,7607        |
| T9          | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0      | 1      | 0,7228 | 0,7611 | <b>0,8475</b> |
| T10         | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0      | 0      | 1      | 0,7390 | 0,7310        |
| T11         | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,8010        |
| T12         | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0             | 0      | 0      | 0      | 0      | 1             |
| ANO DE 1996 |    |        |        |        |        |        |        |               |        |        |        |        |               |
|             | T0 | T1     | T2     | T3     | T4     | T5     | T6     | T7            | T8     | T9     | T10    | T11    | T12           |
| T0          | 1  | 0,6412 | 0,5889 | 0,5044 | 0,6122 | 0,6817 | 0,5985 | 0,7304        | 0,6531 | 0,7195 | 0,7078 | 0,7392 | 0,6817        |
| T1          | 0  | 1      | 0,8203 | 0,7279 | 0,8175 | 0,8220 | 0,7928 | 0,7977        | 0,7665 | 0,7605 | 0,7087 | 0,7909 | 0,7630        |
| T2          | 0  | 0      | 1      | 0,7517 | 0,7929 | 0,7787 | 0,7383 | <b>0,8577</b> | 0,6731 | 0,7219 | 0,6964 | 0,7161 | 0,7434        |
| T3          | 0  | 0      | 0      | 1      | 0,6983 | 0,6192 | 0,7796 | 0,6759        | 0,6667 | 0,7057 | 0,6772 | 0,7033 | 0,7691        |
| T4          | 0  | 0      | 0      | 0      | 1      | 0,8395 | 0,7169 | 0,8056        | 0,7351 | 0,7554 | 0,6534 | 0,7655 | 0,            |

## APÊNDICE 4 – CONTINUAÇÃO ...

[illegible]

APÊNDICE 5 – PROGRAMAÇÃO COMPUTACIONAL NO PROGRAMA MAPLE PÁRA PROJEÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA PELO EMPREGO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARA O TRATAMENTO T4

```
> with(linalg);
[BlockDiagonal, GramSchmidt, JordanBlock, LUdecomp, QRdecomp, Wronskian, addcol,
 addrow, adj, adjoint, angle, augment, backsub, band, basis, bezout, blockmatrix,
 charmat, charpoly, cholesky, col, coldim, colspace, colspan, companion, concat, cond,
 copyinto, crossprod, curl, definite, delcols, delrows, det, diag, diverge, dotprod,
 eigenvals, eigenvalues, eigenvectors, eigenvects, entermatrix, equal, exponential,
 extend, ffgausselim, fibonacci, forwardsub, frobenius, gausselim, gaussjord, geneqns,
 genmatrix, grad, hadamard, hermite, hessian, hilbert, htranspose, ihermite, indexfunc,
 innerprod, intbasis, inverse, ismith, issimilar, iszero, jacobian, jordan, kernel,
 laplacian, leastsqs, linsolve, matadd, matrix, minor, minpoly, mulcol, mulrow,
 multiply, norm, normalize, nullspace, orthog, permanent, pivot, potential, randmatrix,
 randvector, rank, ratform, row, rowdim, rowspace, rowspan, rref, scalarmul,
 singularvals, smith, stackmatrix, submatrix, subvector, sumbasis, swapcol, swaprow,
 sylvester, toeplitz, trace, transpose, vandermonde, vecpotent, vectdim, vector,
 wronskian]
```

```
> Digits := 20;
```

```
> MD:=matrix(7,7,[-0.281001,-0.05304,-0.08242,-0.11914,-
 0.16321,-0.21462,-0.24309,0.1,-0.21,0,0,0,0,0,0,0.11,-
 0.21,0,0,0,0,0,0,0.15,-0.17,0,0,0,0,0,0,0.06,-
 0.31,0,0,0,0,0,0,0.23,-0.54,0,0,0,0,0,0,0.18,-0.5]);
Digits := 20
```

$$MD := \begin{bmatrix} -0.281001 & -0.05304 & -0.08242 & -0.11914 & -0.16321 & -0.21462 & -0.24309 \\ 0.1 & -0.21 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.11 & -0.21 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.15 & -0.17 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.06 & -0.31 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.23 & -0.54 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.18 & -0.5 \end{bmatrix}$$

```
> Y:=matrix(7,1,[Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6,Y7]);
```

$$Y := \begin{bmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \\ Y4 \\ Y5 \\ Y6 \\ Y7 \end{bmatrix}$$

```
> b:=matrix(7,1,[101.4,0,0,0,0,0,0]);
```

$$b := \begin{bmatrix} 101.4 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

```

> eigenvalues(MD);
-.12221861175407661529 + .096922554735535484470 I,
-.12221861175407661529 - .096922554735535484470 I,
-.27363925542472445033 + .11913212651801134131 I,
-.27363925542472445033 - .11913212651801134131 I, -.40646731490208524164 ,
-.47676195693903560041 , -.54605599380127702659

> E:= eigenvects( map( evalf, MD) );
E := [-.12221861175407661528 + .096922554735535484458 I, 1, {[
-.20979677210657763538 + .70748532600729114981 I,
.29331194308051182346 + .48210663545626145336 I,
.46622134802617166233 + .08936251674752130624 I,
.39742014535748124342 - .52561466297349527404 I,
.031822303964482758567 - .18436959647394527334 I,
-.0057205199151208145321 - .10017334654406248101 I,
-.014046351446623760944 - .044125503875166538940 I]}], [
-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I, 1, {[
-.099415941827088048603 + .82580544957077909421 I,
-.50461074165328231659 - .35300843936906913357 I,
.44722396968013095982 - .22702676376081409867 I,
-.11613130446699557850 + .46207379264094372412 I,
-.22921859058760740206 + .011471971467195229556 I,
-.16862652617483701023 - .065513719902397065340 I,
-.083534721869222665353 - .096059670936325492837 I]}], [
-.12221861175407661528 - .096922554735535484458 I, 1, {[
-.20979677210657763538 - .70748532600729114981 I,
.29331194308051182346 - .48210663545626145336 I,
.46622134802617166233 - .08936251674752130624 I,
.39742014535748124342 + .52561466297349527404 I,
.031822303964482758567 + .18436959647394527334 I,
-.0057205199151208145321 + .10017334654406248101 I,
-.014046351446623760944 + .044125503875166538940 I]}], [
-.47676195693903560039, 1, {[ -2.3914637163955837538, .89647854732978905155,

```

$-.36966530511999962258$  ,  $.18075838451838983952$  ,  $-.06503583473218811610$  ,  
 $-.23653866034378750705$  ,  $-1.8322093108349188678$  ] } ], [  
 $-.27363925542472445035$  +  $.11913212651801134130$   $I$ , 1, { [  
 $-.099415941827088048603$  -  $.82580544957077909421$   $I$ ,  
 $-.50461074165328231659$  +  $.35300843936906913357$   $I$ ,  
 $.44722396968013095982$  +  $.22702676376081409867$   $I$ ,  
 $-.11613130446699557850$  -  $.46207379264094372412$   $I$ ,  
 $-.22921859058760740206$  -  $.011471971467195229556$   $I$ ,  
 $-.16862652617483701023$  +  $.065513719902397065340$   $I$ ,  
 $-.083534721869222665353$  +  $.096059670936325492837$   $I$  } } ], [  
 $-.54605599380127702659$ , 1, { [ $-2.9646379604313652333$ ,  $.88218571164199228962$ ,  
 $-.28876267666870697082$ ,  $.11518072365360330186$ ,  $-.02927628868019368985$ ,  
 $1.1118813224387129241$ ,  $-4.3455503077955283010$  ] } } ], [ $-.40646731490208524166$ , 1,  
{ [ $1.2830169637225152332$ ,  $-.65304346647275205307$ ,  $.36563222410711683379$ ,  
 $-.23193409896322160309$ ,  $.14425659045157570154$ ,  $.24847111985753466763$ ,  
 $.47817296731657013323$ ] } ]

> **l1:=exp((- .12221861175407661528- .96922554735535484458e-1\*I)\*x);**

$l1 := e^{((- .12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)}$

> **l2:=exp((- .47676195693903560039)\*x);**

$l2 := e^{(- .47676195693903560039 x)}$

> **l3:=exp((- .12221861175407661528+ .96922554735535484458e-1\*I)\*x); ?**

$l3 := e^{((- .12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)}$

> **l4:=exp((- .27363925542472445035+ .11913212651801134130\*I)\*x); ?**

$l4 := e^{((- .27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)}$

> **l5:=exp((- .27363925542472445035- .11913212651801134130\*I)\*x); ?**

$l5 := e^{((- .27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)}$

> **l6:=exp((- .54605599380127702659)\*x); ?**

$l6 := e^{(- .54605599380127702659 x)}$

> **l7:=exp((- .40646731490208524166)\*x); ?**

$l7 := e^{(- .40646731490208524166 x)}$

> **P1L:=matrix([[- .20979677210657763538- .70748532600729114981\*I,**  
 $.29331194308051182346- .48210663545626145336*I$ ,  
 $.46622134802617166233- .8936251674752130624e-1*I$ ,  
 $.39742014535748124342+ .52561466297349527404*I$ ,  
 $.31822303964482758567e-1+ .18436959647394527334*I$ , -  
 $.57205199151208145321e-2+ .10017334654406248101*I$ , -  
 $.14046351446623760944e-1+ .44125503875166538940e-1*I]$ , [-



```

2.3914637163955837538, .89647854732978905155, -
.36966530511999962258, .18075838451838983952, -
.6503583473218811610e-1, -.23653866034378750705, -
1.8322093108349188678], [-
.20979677210657763538+.70748532600729114981*I,
.29331194308051182346+.48210663545626145336*I,
.46622134802617166233+.8936251674752130624e-1*I,
.39742014535748124342-.52561466297349527404*I,
.31822303964482758567e-1-.18436959647394527334*I, -
.57205199151208145321e-2-.10017334654406248101*I, -
.14046351446623760944e-1-.44125503875166538940e-1*I], [-
.99415941827088048603e-1-.82580544957077909421*I, -
.50461074165328231659+.35300843936906913357*I,
.44722396968013095982+.22702676376081409867*I, -
.11613130446699557850-.46207379264094372412*I, -
.22921859058760740206-.11471971467195229556e-1*I, -
.16862652617483701023+.65513719902397065340e-1*I, -
.83534721869222665353e-1+.96059670936325492837e-1*I], [-
.99415941827088048603e-1+.82580544957077909421*I, -
.50461074165328231659-.35300843936906913357*I,
.44722396968013095982-.22702676376081409867*I, -
.11613130446699557850+.46207379264094372412*I, -
.22921859058760740206+.11471971467195229556e-1*I, -
.16862652617483701023-.65513719902397065340e-1*I, -
.83534721869222665353e-1-.96059670936325492837e-1*I], [-
2.9646379604313652333, .88218571164199228962, -
.28876267666870697082, .11518072365360330186, -
.2927628868019368985e-1, 1.1118813224387129241, -
4.3455503077955283010], [1.2830169637225152332, -
.65304346647275205307, .36563222410711683379, -
.23193409896322160309, .14425659045157570154,
.24847111985753466763, .47817296731657013323]]);

```

*PIL* :=

```

[-.20979677210657763538      - .70748532600729114981      I ,
.29331194308051182346      - .48210663545626145336      I ,
.46622134802617166233      - .08936251674752130624      I ,
.39742014535748124342      + .52561466297349527404      I ,
.031822303964482758567 + .18436959647394527334 I ,
-.0057205199151208145321 + .10017334654406248101 I ,
-.014046351446623760944 + .044125503875166538940 I]
[-2.3914637163955837538 , .89647854732978905155 , -.36966530511999962258 ,
.18075838451838983952 , -.06503583473218811610 , -.23653866034378750705 ,
-1.8322093108349188678 ]
[-.20979677210657763538      + .70748532600729114981      I ,
.29331194308051182346      + .48210663545626145336      I ,
.46622134802617166233      + .08936251674752130624      I ,
.39742014535748124342      - .52561466297349527404      I ,

```

```

.031822303964482758567      - .18436959647394527334      I ,
-.0057205199151208145321      - .10017334654406248101      I ,
-.014046351446623760944      - .044125503875166538940      I ]
[ -.099415941827088048603      - .82580544957077909421      I ,
-.50461074165328231659      + .35300843936906913357      I ,
.44722396968013095982      + .22702676376081409867      I ,
-.11613130446699557850      - .46207379264094372412      I ,
-.22921859058760740206      - .011471971467195229556      I ,
-.16862652617483701023      + .065513719902397065340      I ,
-.083534721869222665353      + .096059670936325492837      I ]
[ -.099415941827088048603      + .82580544957077909421      I ,
-.50461074165328231659      - .35300843936906913357      I ,
.44722396968013095982      - .22702676376081409867      I ,
-.11613130446699557850      + .46207379264094372412      I ,
-.22921859058760740206      + .011471971467195229556      I ,
-.16862652617483701023      - .065513719902397065340      I ,
-.083534721869222665353      - .096059670936325492837      I ]
[ -2.9646379604313652333      , .88218571164199228962      , -.28876267666870697082      ,
.11518072365360330186      , -.02927628868019368985      , 1.1118813224387129241      ,
-4.3455503077955283010      ]
[ 1.2830169637225152332      , -.65304346647275205307      , .36563222410711683379      ,
-.23193409896322160309      , .14425659045157570154      , .24847111985753466763      ,
.47817296731657013323      ]

```

```
> P1:=transpose(P1L);
```

```
PI :=
```

```

[-.20979677210657763538 - .70748532600729114981 I , -2.3914637163955837538 ,
-.20979677210657763538 + .70748532600729114981 I ,
-.099415941827088048603 - .82580544957077909421 I ,
-.099415941827088048603 + .82580544957077909421 I , -2.9646379604313652333 ,
1.2830169637225152332 ]
[ .29331194308051182346 - .48210663545626145336 I , .89647854732978905155 ,
.29331194308051182346 + .48210663545626145336 I ,
-.50461074165328231659 + .35300843936906913357 I ,
-.50461074165328231659 - .35300843936906913357 I , .88218571164199228962 ,
-.65304346647275205307 ]
[ .46622134802617166233 - .08936251674752130624 I , -.36966530511999962258 ,
.46622134802617166233 + .08936251674752130624 I ,
.44722396968013095982 + .22702676376081409867 I ,
.44722396968013095982 - .22702676376081409867 I , -.28876267666870697082 ,

```

.36563222410711683379 ]  
 [.39742014535748124342 + .52561466297349527404 I, .18075838451838983952 ,  
 .39742014535748124342 - .52561466297349527404 I ,  
 -.11613130446699557850 - .46207379264094372412 I ,  
 -.11613130446699557850 + .46207379264094372412 I , .11518072365360330186 ,  
 -.23193409896322160309 ]  
 [.031822303964482758567 + .18436959647394527334 I , -.06503583473218811610 ,  
 .031822303964482758567 - .18436959647394527334 I ,  
 -.22921859058760740206 - .011471971467195229556 I ,  
 -.22921859058760740206 + .011471971467195229556 I , -.02927628868019368985 ,  
 .14425659045157570154]  
 [-.0057205199151208145321 + .10017334654406248101 I , -.23653866034378750705 ,  
 -.0057205199151208145321 - .10017334654406248101 I ,  
 -.16862652617483701023 + .065513719902397065340 I ,  
 -.16862652617483701023 - .065513719902397065340 I , 1.1118813224387129241 ,  
 .24847111985753466763]  
 [-.014046351446623760944 + .044125503875166538940 I , -1.8322093108349188678 ,  
 -.014046351446623760944 - .044125503875166538940 I ,  
 -.083534721869222665353 + .096059670936325492837 I ,  
 -.083534721869222665353 - .096059670936325492837 I , -4.3455503077955283010 ,  
 .4781729673165701332}

```
> PL:=matrix([ [ (-.20979677210657763538-
.70748532600729114981*I)*11, (.29331194308051182346-
.48210663545626145336*I)*11, (.46622134802617166233-
.8936251674752130624e-1*I)*11,
(.39742014535748124342+.52561466297349527404*I)*11,
(.31822303964482758567e-1+.18436959647394527334*I)*11, (-
.57205199151208145321e-2+.10017334654406248101*I)*11, (-
.14046351446623760944e-1+.44125503875166538940e-1*I)*11], [-
2.3914637163955837538*12, .89647854732978905155*12, -
.36966530511999962258*12, .18075838451838983952*12, -
.6503583473218811610e-1*12, -.23653866034378750705*12, -
1.8322093108349188678*12], [(-
.20979677210657763538+.70748532600729114981*I)*13,
(.29331194308051182346+.48210663545626145336*I)*13,
(.46622134802617166233+.8936251674752130624e-1*I)*13,
(.39742014535748124342-.52561466297349527404*I)*13,
(.31822303964482758567e-1-.18436959647394527334*I)*13, (-
.57205199151208145321e-2-.10017334654406248101*I)*13, (-
.14046351446623760944e-1-.44125503875166538940e-1*I)*13], [(-
.99415941827088048603e-1-.82580544957077909421*I)*14, (-
.50461074165328231659+.35300843936906913357*I)*14,
(.44722396968013095982+.22702676376081409867*I)*14, (-
.11613130446699557850-.46207379264094372412*I)*14, (-
.22921859058760740206-.11471971467195229556e-1*I)*14, (-
.16862652617483701023+.65513719902397065340e-1*I)*14, (-
```

```
.83534721869222665353e-1+.96059670936325492837e-1*I)*14], [(-
.99415941827088048603e-1+.82580544957077909421*I)*15, (-
.50461074165328231659-.35300843936906913357*I)*15,
(.44722396968013095982-.22702676376081409867*I)*15, (-
.11613130446699557850+.46207379264094372412*I)*15, (-
.22921859058760740206+.11471971467195229556e-1*I)*15, (-
.16862652617483701023-.65513719902397065340e-1*I)*15, (-
.83534721869222665353e-1-.96059670936325492837e-1*I)*15], [-
2.9646379604313652333*16, .88218571164199228962*16, -
.28876267666870697082*16, .11518072365360330186*16, -
.2927628868019368985e-1*16, 1.1118813224387129241*16, -
4.3455503077955283010*16], [1.2830169637225152332*17, -
.65304346647275205307*17, .36563222410711683379*17, -
.23193409896322160309*17, .14425659045157570154*17,
.24847111985753466763*17, .47817296731657013323*17]]);
PL :=
```

```
[(-.20979677210657763538      - .70748532600729114981      I)
e((-.12221861175407661528      - .096922554735535484458      I) x)
,
(.29331194308051182346      - .48210663545626145336      I)
e((-.12221861175407661528      - .096922554735535484458      I) x)
,
(.46622134802617166233      - .08936251674752130624      I)
e((-.12221861175407661528      - .096922554735535484458      I) x)
,
(.39742014535748124342      + .52561466297349527404      I)
e((-.12221861175407661528      - .096922554735535484458      I) x)
,
(.031822303964482758567      + .18436959647394527334      I)
e((-.12221861175407661528      - .096922554735535484458      I) x)
,
(-.0057205199151208145321      + .10017334654406248101      I)
e((-.12221861175407661528      - .096922554735535484458      I) x)
,
(-.014046351446623760944      + .044125503875166538940      I)
e((-.12221861175407661528      - .096922554735535484458      I) x)
]
[-2.3914637163955837538      e(-.47676195693903560039      x)
,
.89647854732978905155      e(-.47676195693903560039      x)
,
-.36966530511999962258      e(-.47676195693903560039      x)
,
.18075838451838983952      e(-.47676195693903560039      x)
,
-.06503583473218811610      e(-.47676195693903560039      x)
,
-.23653866034378750705      e(-.47676195693903560039      x)
,
-1.8322093108349188678      e(-.47676195693903560039      x)
]
[(-.20979677210657763538      + .70748532600729114981      I)
e((-.12221861175407661528      + .096922554735535484458      I) x)
,
```

$$\begin{aligned}
& (.29331194308051182346 + .48210663545626145336 \quad I) \\
& e^{((-1.12221861175407661528 + .096922554735535484458 \quad I) x)}, \\
& (.46622134802617166233 + .08936251674752130624 \quad I) \\
& e^{((-1.12221861175407661528 + .096922554735535484458 \quad I) x)}, \\
& (.39742014535748124342 - .52561466297349527404 \quad I) \\
& e^{((-1.12221861175407661528 + .096922554735535484458 \quad I) x)}, \\
& (.031822303964482758567 - .18436959647394527334 \quad I) \\
& e^{((-1.12221861175407661528 + .096922554735535484458 \quad I) x)}, \\
& (-.0057205199151208145321 - .10017334654406248101 \quad I) \\
& e^{((-1.12221861175407661528 + .096922554735535484458 \quad I) x)}, \\
& (-.014046351446623760944 - .044125503875166538940 \quad I) \\
& e^{((-1.12221861175407661528 + .096922554735535484458 \quad I) x)}] \\
& [(-.099415941827088048603 - .82580544957077909421 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (-.50461074165328231659 + .35300843936906913357 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (.44722396968013095982 + .22702676376081409867 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (-.11613130446699557850 - .46207379264094372412 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (-.22921859058760740206 - .011471971467195229556 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (-.16862652617483701023 + .065513719902397065340 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (-.083534721869222665353 + .096059670936325492837 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 \quad I) x)}] \\
& [(-.099415941827088048603 + .82580544957077909421 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 - .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (-.50461074165328231659 - .35300843936906913357 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 - .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (.44722396968013095982 - .22702676376081409867 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 - .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (-.11613130446699557850 + .46207379264094372412 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 - .11913212651801134130 \quad I) x)}, \\
& (-.22921859058760740206 + .011471971467195229556 \quad I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 - .11913212651801134130 \quad I) x)}
\end{aligned}$$

```

(-.16862652617483701023 - .065513719902397065340 I)
e((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x),
(-.083534721869222665353 - .096059670936325492837 I)
e((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)]
[-2.9646379604313652333 e(-.54605599380127702659 x),
.88218571164199228962 e(-.54605599380127702659 x),
-.28876267666870697082 e(-.54605599380127702659 x),
.11518072365360330186 e(-.54605599380127702659 x),
-.02927628868019368985 e(-.54605599380127702659 x),
1.1118813224387129241 e(-.54605599380127702659 x),
-4.3455503077955283010 e(-.54605599380127702659 x)]
[ 1.2830169637225152332 e(-.40646731490208524166 x),
-.65304346647275205307 e(-.40646731490208524166 x),
.36563222410711683379 e(-.40646731490208524166 x),
-.23193409896322160309 e(-.40646731490208524166 x),
.14425659045157570154 e(-.40646731490208524166 x),
.24847111985753466763 e(-.40646731490208524166 x),
.47817296731657013323 e(-.40646731490208524166 x)]

> P:=transpose(PL);
P :=
[ (-.20979677210657763538 - .70748532600729114981 I)
e((-.12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x),
-2.3914637163955837538 e(-.47676195693903560039 x),
(-.20979677210657763538 + .70748532600729114981 I)
e((-.12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x),
(-.099415941827088048603 - .82580544957077909421 I)
e((-.27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x),
(-.099415941827088048603 + .82580544957077909421 I)
e((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x),
-2.9646379604313652333 e(-.54605599380127702659 x),
1.2830169637225152332 e(-.40646731490208524166 x)]
[ (.29331194308051182346 - .48210663545626145336 I)
e((-.12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x),
.89647854732978905155 e(-.47676195693903560039 x),
(.29331194308051182346 + .48210663545626145336 I)

```

$$\begin{aligned}
& e^{((-.12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)}, \\
& (-.50461074165328231659 + .35300843936906913357 I) \\
& e^{((-.27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)}, \\
& (-.50461074165328231659 - .35300843936906913357 I) \\
& e^{((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)}, \\
& .88218571164199228962 e^{(-.54605599380127702659 x)}, \\
& -.65304346647275205307 e^{(-.40646731490208524166 x)}] \\
& [(.46622134802617166233 - .08936251674752130624 I) \\
& e^{((-.12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)}, \\
& -.36966530511999962258 e^{(-.47676195693903560039 x)}, \\
& (.46622134802617166233 + .08936251674752130624 I) \\
& e^{((-.12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)}, \\
& (.44722396968013095982 + .22702676376081409867 I) \\
& e^{((-.27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)}, \\
& (.44722396968013095982 - .22702676376081409867 I) \\
& e^{((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)}, \\
& -.28876267666870697082 e^{(-.54605599380127702659 x)}, \\
& .36563222410711683379 e^{(-.40646731490208524166 x)}] \\
& [(.39742014535748124342 + .52561466297349527404 I) \\
& e^{((-.12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)}, \\
& .18075838451838983952 e^{(-.47676195693903560039 x)}, \\
& (.39742014535748124342 - .52561466297349527404 I) \\
& e^{((-.12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)}, \\
& (-.11613130446699557850 - .46207379264094372412 I) \\
& e^{((-.27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)}, \\
& (-.11613130446699557850 + .46207379264094372412 I) \\
& e^{((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)}, \\
& .11518072365360330186 e^{(-.54605599380127702659 x)}, \\
& -.23193409896322160309 e^{(-.40646731490208524166 x)}] \\
& [(.031822303964482758567 + .18436959647394527334 I) \\
& e^{((-.12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)}, \\
& -.06503583473218811610 e^{(-.47676195693903560039 x)},
\end{aligned}$$

```

( .031822303964482758567      - .18436959647394527334      I)
e  (( -.12221861175407661528    + .096922554735535484458      I) x )
,
( -.22921859058760740206      - .011471971467195229556      I)
e  (( -.27363925542472445035    + .11913212651801134130      I) x )
,
( -.22921859058760740206      + .011471971467195229556      I)
e  (( -.27363925542472445035    - .11913212651801134130      I) x )
,
-.02927628868019368985      e  ( -.54605599380127702659      x )
,
.14425659045157570154      e  ( -.40646731490208524166      x )
]
[ ( -.0057205199151208145321    + .10017334654406248101      I)
e  (( -.12221861175407661528    - .096922554735535484458      I) x )
,
-.23653866034378750705      e  ( -.47676195693903560039      x )
,
( -.0057205199151208145321      - .10017334654406248101      I)
e  (( -.12221861175407661528    + .096922554735535484458      I) x )
,
( -.16862652617483701023      + .065513719902397065340      I)
e  (( -.27363925542472445035    + .11913212651801134130      I) x )
,
( -.16862652617483701023      - .065513719902397065340      I)
e  (( -.27363925542472445035    - .11913212651801134130      I) x )
,
1.1118813224387129241      e  ( -.54605599380127702659      x )
,
.24847111985753466763      e  ( -.40646731490208524166      x )
]
[ ( -.014046351446623760944      + .044125503875166538940      I)
e  (( -.12221861175407661528    - .096922554735535484458      I) x )
,
-1.8322093108349188678      e  ( -.47676195693903560039      x )
,
( -.014046351446623760944      - .044125503875166538940      I)
e  (( -.12221861175407661528    + .096922554735535484458      I) x )
,
( -.083534721869222665353      + .096059670936325492837      I)
e  (( -.27363925542472445035    + .11913212651801134130      I) x )
,
( -.083534721869222665353      - .096059670936325492837      I)
e  (( -.27363925542472445035    - .11913212651801134130      I) x )
,
-4.3455503077955283010      e  ( -.54605599380127702659      x )
,
.47817296731657013323      e  ( -.40646731490208524166      x )
]
>
> v1:=-inverse(MD);
> v2:=evalm(multiply(v1,b));
> v3:=transpose(v2);

```



$v1 := -$

```

[-2.7361892022427958195 , 2.3112809798057213192 , 3.0931048224749416979 ,
2.8269019911392435007 , 2.5763959489744116864 , 1.5309100194957431179 ,
1.3302804663464024715 ]
[-1.3029472391632361045 , -3.6612947715210850861 , 1.4729070583214008085 ,
1.3461438053044016670 , 1.2268552137973388984 , .72900477118844910376 ,
.63346688873638212929 ]
[-.68249617289502843578 , -1.9178210707967588546 , -3.9903820170697424337 ,
.70512294563563896844 , .64263844532241561340 , .38185964205109238770 ,
.33181598933810492487 ]
[-.60220250549561332562 , -1.6921950624677284011 , -3.5209253091791845002 ,
-5.2601856362038479689 , .56703392234330789420 , .33693497828037563619 ,
.29277881412185728664 ]
[-.11655532364431225657 , -.32752162499375388409 , -.68146941467984216133 ,
-1.0181004457168738005 , -3.1160579505141984721 , .065213221602653348942 ,
.056666867249391732900 ]
[-.049643934144799664835 , -.1394995138622850618 , -.29025549143771055020 ,
-.43363537502755735945 , -1.3272098678116030529 , -1.8240758500581291292 ,
.024135887902518701049 ]
[-.017871816292127879340 , -.050219982499042262224 , -.10449197691757579807 ,
-1.5610873500992064940 , -.47779555241217709903 , -.65666730602092648649 ,
-1.9913110803550932676 ]

```

```

v2 := [277.44958510741949610
132.11885005115214100
69.205111931555883388
61.063334057255191218
11.818709817533262816
5.0338949222826860143
1.8122021720217669651]

```

$v3 :=$

```

[277.44958510741949610 , 132.11885005115214100 , 69.205111931555883388 ,
61.063334057255191218 , 11.818709817533262816 , 5.0338949222826860143 ,
1.8122021720217669651 ]

```

```

> v:=vector(7,[277.44958510741949610, 132.11885005115214100,
69.205111931555883388, 61.063334057255191218,
11.818709817533262816, 5.0338949222826860143,
1.8122021720217669651]);

```

```

v := [277.44958510741949610 , 132.11885005115214100 , 69.205111931555883388 ,
61.063334057255191218 , 11.818709817533262816 , 5.0338949222826860143 ,
1.8122021720217669651 ]

```

>

```

Yi:=vector(7,[278,132,70,35,10,8,14]);
vmy:=evalm(Yi)-evalm(v);
      Yi:=[278, 132, 70, 35, 10, 8, 14]

vmy := [278, 132, 70, 35, 10, 8, 14] - [277.44958510741949610, 132.11885005115214100,
69.205111931555883388, 61.063334057255191218, 11.818709817533262816,
5.0338949222826860143, 1.8122021720217669651]

> C:=linsolve(evalf(P1),vmy);
C := [-10.311416035870371776      + 3.181767773757002423      I,
      -4.7721137099852901233      + .11335726100014198463      10-17 I,
      -10.311416035870371775      - 3.1817677737570024200      I,
      .8558276947852681236      - 13.859235326461556766      I,
      .8558276947852681233      + 13.859235326461556765      I,
      .1049383677811243572      - .28300277167394778410      10-18 I,
      2.8687856880998170726      + .13400880107452326732      10-17 I]

> Y:=evalm(multiply(P,C)+v);
Y := [(4.4143558108695723971 + 6.6276509272076090424 I)
      e((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)
      + (11.412336787943738879 - .27108977667182371792 10-17 I) e(-.47676195693903560039 x)
      + (4.4143558108695723948 - 6.6276509272076090423 I)
      e((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x) -
      (11.530114975794592334 - .67108175873615390969 I)
      e((-.27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x) -
      (11.530114975794592333 + .67108175873615390983 I)
      e((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)
      - (.31110426862962900434 - .83900075981187590043 10-18 I) e(-.54605599380127702659 x)
      + (3.6807007031164339018 + .17193556506672937927 10-17 I) e(-.40646731490208524166 x)
      + 277.44958510741949610, -(1.4905101171835396147 - 5.9044525799948266157 I)
      e((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)
      - (4.2780975664201831354 - .10162235267069103677 10-17 I) e(-.47676195693903560039 x)
      - (1.4905101171835396159 + 5.9044525799948266143 I)
      e((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x) +
      (4.4605671856498524386 + 7.2956334157381119542 I)
      e((-.27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x) +
      (4.4605671856498524384 - 7.2956334157381119536 I)
      e((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)

```

$$\begin{aligned}
& + (.092575128659540306437 - .24966100152583788345 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& - (1.8734417503241238189 + .87513571991564134626 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 132.11885005115214100, -(4.5230715083330842698 - 2.4048621487833467020 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I)x)} \\
& + (1.7640848706690456631 - .41904246475184920328 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039x)} \\
& - (4.5230715083330842696 + 2.4048621487833467005 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I)x)} + \\
& (3.5291640033901802341 - 6.0038864475472659894 I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 I)x)} + \\
& (3.5291640033901802338 + 6.0038864475472659890 I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 - .11913212651801134130 I)x)} \\
& - (.030302283965722669716 - .81720637853232087801 \cdot 10^{-19} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& + (1.0489204916266016900 + .48997935986806130441 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 69.205111931555883388, -(5.7703482558802813679 + 4.1553328533332427187 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I)x)} \\
& - (.86259956495500096675 - .20490275371815141251 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039x)} \\
& - (5.7703482558802813659 - 4.1553328533332427194 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I)x)} - \\
& (6.5033778169958343173 - 1.2140355286004630544 I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 I)x)} - \\
& (6.5033778169958343168 + 1.2140355286004630545 I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 - .11913212651801134130 I)x)} \\
& + (.012086877140057872889 - .32596464037380772039 \cdot 10^{-19} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& - (.66536922368801675611 + .31081210530361156985 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 61.063334057255191218, -(9.1475425591909055852 + 1.7998604323674979053 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I)x)} \\
& + (.31035839856581241803 - .73722840920987474668 \cdot 10^{-19} I) e^{(-.47676195693903560039x)} \\
& - (.91475425591909055794 - 1.7998604323674979052 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I)x)} - \\
& (.35516437020683134206 - 3.1669763572580849324 I) \\
& e^{((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 I)x)} - \\
& (.35516437020683134198 + 3.1669763572580849321 I)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130I)x)} \\
& - (.0030722059487885332331 - .8285270840821436927010 \cdot 10^{-20} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& + (.41384124210155710019 + .1933165273351418077710 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 11.818709817533262816 - (.25974166503699780762 + 1.0511304178363123048I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458I)x)} \\
& + (1.1287893839681422212 - .26813374657214655019 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039x)} \\
& - (.25974166503699780733 - 1.0511304178363123047 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458I)x)} + \\
& (.76365481006335054564 + 2.3931031644216716800 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I)x)} + \\
& (.76365481006335054562 - 2.3931031644216716798 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I)x)} \\
& + (.11667901114303657511 - .3146654960226501886310 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& + (.71281039255342971327 + .3329731687375239131110 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 5.0338949222826860143 (.0044406673213926211080 - .49968865662098501540I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458I)x)} \\
& + (8.7435111717980163027 - .20769422905520417157 \cdot 10^{-17} I) e^{(-.47676195693903560039x)} \\
& + (.0044406673213926212264 + .49968865662098501532 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458I)x)} + \\
& (1.2598222564371294005 + 1.2399378950553383968 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I)x)} + \\
& (1.2598222564371294004 - 1.2399378950553383967 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I)x)} \\
& - (.45601495641082530067 - .12298027815547114112 \cdot 10^{-17} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& + (1.3717757650739979893 + .64079386056340762855 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 1.8122021720217669651 ]
\end{aligned}$$

> **f:=unapply(evalm(Y),x);**

```

f:= x → array(1 .. 7,[1)=(4.4143558108695723971+6.6276509272076090424*I)*exp((- \
12221861175407661528-.96922554735535484458e-1*I)*x)+(11.41233678794373887 \
9-.27108977667182371792e-17*I)*exp(-.47676195693903560039*x)+(4.4143558108 \
695723948-6.6276509272076090423*I)*exp((-12221861175407661528+.969225547 \
35535484458e-1*I)*x)+(-11.530114975794592334+.67108175873615390969*I)*exp \
((-27363925542472445035+.11913212651801134130*I)*x)-(11.53011497579459233 \
3+.67108175873615390983*I)*exp((-27363925542472445035-.11913212651801134 \
130*I)*x)+(-.31110426862962900434+.83900075981187590043e-18*I)*exp(-.54605 \
599380127702659*x)+(3.6807007031164339018+.17193556506672937927e-17*I)*e \
xp(-.40646731490208524166*x)+277.44958510741949610,(2)=(-1.49051011718353 \

```

$$\begin{aligned}
& 96147+5.9044525799948266157*I)*\exp((-1.2221861175407661528-.9692255473553 \backslash \\
& 5484458e-1*I)*x)+(-4.2780975664201831354+.10162235267069103677e-17*I)*\exp( \backslash \\
& -.47676195693903560039*x)-(.14905101171835396159+5.9044525799948266143*I) \backslash \\
& *\exp((-1.2221861175407661528+.96922554735535484458e-1*I)*x)+(4.4605671856 \backslash \\
& 498524386+7.2956334157381119542*I)*\exp((-2.7363925542472445035+.11913212 \backslash \\
& 651801134130*I)*x)+(4.4605671856498524384-7.2956334157381119536*I)*\exp((- \backslash \\
& 27363925542472445035-.11913212651801134130*I)*x)+(.92575128659540306437e- \backslash \\
& 1-.24966100152583788345e-18*I)*\exp(-.54605599380127702659*x)-(.18734417503 \backslash \\
& 241238189+.87513571991564134626e-18*I)*\exp(-.40646731490208524166*x)+132. \backslash \\
& 11885005115214100,(3)=(-4.5230715083330842698+2.4048621487833467020*I)*ex \backslash \\
& p((-1.2221861175407661528-.96922554735535484458e-1*I)*x)+(1.76408487066904 \backslash \\
& 56631-.41904246475184920328e-18*I)*\exp(-.47676195693903560039*x)-(.4523071 \backslash \\
& 5083330842696+2.4048621487833467005*I)*\exp((-1.2221861175407661528+.9692 \backslash \\
& 2554735535484458e-1*I)*x)+(3.5291640033901802341-6.0038864475472659894*I) \backslash \\
& *\exp((-2.7363925542472445035+.11913212651801134130*I)*x)+(3.5291640033901 \backslash \\
& 802338+6.0038864475472659890*I)*\exp((-2.7363925542472445035-.119132126518 \backslash \\
& 01134130*I)*x)+(-.30302283965722669716e-1+.81720637853232087801e-19*I)*ex \backslash \\
& p(-.54605599380127702659*x)+(1.0489204916266016900+.48997935986806130441 \backslash \\
& e-18*I)*\exp(-.40646731490208524166*x)+69.205111931555883388,(4)=(-5.7703482 \backslash \\
& 558802813679-4.1553328533332427187*I)*\exp((-1.2221861175407661528-.969225 \backslash \\
& 54735535484458e-1*I)*x)+(-.86259956495500096675+.20490275371815141251e-18 \backslash \\
& *I)*\exp(-.47676195693903560039*x)+(-5.7703482558802813659+4.1553328533332 \backslash \\
& 427194*I)*\exp((-1.2221861175407661528+.96922554735535484458e-1*I)*x)+(-6.5 \backslash \\
& 033778169958343173+1.2140355286004630544*I)*\exp((-2.7363925542472445035+ \backslash \\
& .11913212651801134130*I)*x)-(.65033778169958343168+1.2140355286004630545* \backslash \\
& I)*\exp((-2.7363925542472445035-.11913212651801134130*I)*x)+(.1208687714005 \backslash \\
& 7872889e-1-.32596464037380772039e-19*I)*\exp(-.54605599380127702659*x)-(.665 \backslash \\
& 36922368801675611+.31081210530361156985e-18*I)*\exp(-.4064673149020852416 \backslash \\
& 6*x)+61.063334057255191218,(5)=(-.91475425591909055852-1.7998604323674979 \backslash \\
& 053*I)*\exp((-1.2221861175407661528-.96922554735535484458e-1*I)*x)+(.3103583 \backslash \\
& 9856581241803-.73722840920987474668e-19*I)*\exp(-.47676195693903560039*x)+ \backslash \\
& (-.91475425591909055794+1.7998604323674979052*I)*\exp((-1.2221861175407661 \backslash \\
& 528+.96922554735535484458e-1*I)*x)+(-.35516437020683134206+3.166976357258 \backslash \\
& 0849324*I)*\exp((-2.7363925542472445035+.11913212651801134130*I)*x)-(.35516 \backslash \\
& 437020683134198+3.1669763572580849321*I)*\exp((-2.7363925542472445035-.119 \backslash \\
& 13212651801134130*I)*x)+(-.30722059487885332331e-2+.82852708408214369270 \backslash \\
& e-20*I)*\exp(-.54605599380127702659*x)+(.41384124210155710019+.19331652733 \backslash \\
& 514180777e-18*I)*\exp(-.40646731490208524166*x)+11.818709817533262816,(6)=( \backslash \\
& -.25974166503699780762-1.0511304178363123048*I)*\exp((-1.22218611754076615 \backslash \\
& 28-.96922554735535484458e-1*I)*x)+(1.1287893839681422212-.268133746572146 \backslash
\end{aligned}$$

```

55019e-18*I)*exp(-.47676195693903560039*x)+(-.25974166503699780733+1.0511 \
304178363123047*I)*exp((-1.2221861175407661528+.96922554735535484458e-1*I \
)*x)+(.76365481006335054564+2.3931031644216716800*I)*exp((-2.736392554247 \
2445035+.11913212651801134130*I)*x)+(.76365481006335054562-2.39310316442 \
16716798*I)*exp((-2.7363925542472445035-.11913212651801134130*I)*x)+(.1166 \
7901114303657511-.31466549602265018863e-18*I)*exp(-.54605599380127702659* \
x)+(.71281039255342971327+.33297316873752391311e-18*I)*exp(-.406467314902 \
08524166*x)+5.0338949222826860143,(7)=(.44406673213926211080e-2-.49968865 \
662098501540*I)*exp((-1.2221861175407661528-.96922554735535484458e-1*I)*x) \
+(8.7435111717980163027-.20769422905520417157e-17*I)*exp(-.47676195693903 \
560039*x)+(.44406673213926212264e-2+.49968865662098501532*I)*exp((-1.2221 \
861175407661528+.96922554735535484458e-1*I)*x)+(1.2598222564371294005+1. \
2399378950553383968*I)*exp((-2.7363925542472445035+.11913212651801134130 \
*I)*x)+(1.2598222564371294004-1.2399378950553383967*I)*exp((-2.73639255424 \
72445035-.11913212651801134130*I)*x)+(-.45601495641082530067+.12298027815 \
547114112e-17*I)*exp(-.54605599380127702659*x)+(1.3717757650739979893+.64 \
079386056340762855e-18*I)*exp(-.40646731490208524166*x)+1.812202172021766 \

```

```
> evalf(f(0));
```

```
[(4.4143558108695723971 + 6.6276509272076090424 I)
```

```
  e((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)
```

```
  + (11.412336787943738879 - .27108977667182371792 10-17 I) e(-47676195693903560039 x)
```

```
  + (4.4143558108695723948 - 6.6276509272076090423 I)
```

```
  e((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)
```

```
  (11.530114975794592334 - .67108175873615390969 I)
```

```
  e((-2.7363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)
```

```
  (11.530114975794592333 + .67108175873615390983 I)
```

```
  e((-2.7363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)
```

```
  - (.31110426862962900434 - .83900075981187590043 10-18 I) e(-54605599380127702659 x)
```

```
  + (3.6807007031164339018 + .17193556506672937927 10-17 I) e(-40646731490208524166 x)
```

```
  + 277.44958510741949610, -(1.4905101171835396147 - 5.9044525799948266157 I)
```

```
  e((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)
```

```
  - (4.2780975664201831354 - .10162235267069103677 10-17 I) e(-47676195693903560039 x)
```

```
  - (1.4905101171835396159 + 5.9044525799948266143 I)
```

```
  e((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x) +
```

$$\begin{aligned}
& (4.4605671856498524386 + 7.2956334157381119542 I) e^{((-.27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} + \\
& (4.4605671856498524384 - 7.2956334157381119536 I) e^{((-.27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& + (.092575128659540306437 - .24966100152583788345 10^{-18} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& - (1.8734417503241238189 + .87513571991564134626 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 132.11885005115214100, -(4.5230715083330842698 - 2.4048621487833467020 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& + (1.7640848706690456631 - .41904246475184920328 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& - (4.5230715083330842696 + 2.4048621487833467005 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} + \\
& (3.5291640033901802341 - 6.0038864475472659894 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} + \\
& (3.5291640033901802338 + 6.0038864475472659890 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& - (.030302283965722669716 - .81720637853232087801 10^{-19} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& + (1.0489204916266016900 + .48997935986806130441 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 69.205111931555883388, -(5.7703482558802813679 + 4.1553328533332427187 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& - (.86259956495500096675 - .20490275371815141251 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& - (5.7703482558802813659 - 4.1553328533332427194 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} - \\
& (6.5033778169958343173 - 1.2140355286004630544 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} - \\
& (6.5033778169958343168 + 1.2140355286004630545 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& + (.012086877140057872889 - .32596464037380772039 10^{-19} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& - (.66536922368801675611 + .31081210530361156985 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 61.063334057255191218, -(9.1475425591909055852 + 1.7998604323674979053 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& + (.31035839856581241803 - .73722840920987474668 10^{-19} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& - (.91475425591909055794 - 1.7998604323674979052 I) \\
& e^{((-1.2221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} - \\
& (.35516437020683134206 - 3.1669763572580849324 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} - \\
& (.35516437020683134198 + 3.1669763572580849321 I)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130I)x)} \\
& - (.0030722059487885332331 - .8285270840821436927010 \cdot 10^{-20} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& + (.41384124210155710019 + .1933165273351418077710 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 11.818709817533262816 - (.25974166503699780762 + 1.0511304178363123048I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458I)x)} \\
& + (1.1287893839681422212 - .26813374657214655019 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039x)} \\
& - (.25974166503699780733 - 1.0511304178363123047I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458I)x)} + \\
& (.76365481006335054564 + 2.3931031644216716800 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I)x)} + \\
& (.76365481006335054562 - 2.3931031644216716798 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I)x)} \\
& + (.11667901114303657511 - .31466549602265018863 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& + (.71281039255342971327 + .3329731687375239131110 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 5.0338949222826860143 (.0044406673213926211080 - .49968865662098501540I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458I)x)} \\
& + (8.7435111717980163027 - .20769422905520417157 \cdot 10^{-17} I) e^{(-.47676195693903560039x)} \\
& + (.0044406673213926212264 + .49968865662098501532 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458I)x)} + \\
& (1.2598222564371294005 + 1.2399378950553383968 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I)x)} + \\
& (1.2598222564371294004 - 1.2399378950553383967 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I)x)} \\
& - (.45601495641082530067 - .12298027815547114112 \cdot 10^{-17} I) e^{(-.54605599380127702659x)} \\
& + (1.3717757650739979893 + .64079386056340762855 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166x)} \\
& + 1.8122021720217669651]
\end{aligned}$$

> **f:=x-**

```

>vector([(4.4143558108695723971+6.6276509272076090424*I)*exp((-
-.12221861175407661528-.96922554735535484458e-
1*I)*x)+(11.412336787943738879-.27108977667182371792e-
17*I)*exp(-.47676195693903560039*x)+(4.4143558108695723948-
6.6276509272076090423*I)*exp((-
.12221861175407661528+.96922554735535484458e-1*I)*x)+(-
11.530114975794592334+.67108175873615390969*I)*exp((-
.27363925542472445035+.11913212651801134130*I)*x)-
(11.530114975794592333+.67108175873615390983*I)*exp((-
.27363925542472445035-.11913212651801134130*I)*x)+(-
.31110426862962900434+.83900075981187590043e-18*I)*exp(-
.54605599380127702659*x)+(3.6807007031164339018+.1719355650667

```



$2937927e-17*I)*\exp(-$   
 $.40646731490208524166*x)+277.44958510741949610, (-$   
 $1.4905101171835396147+5.9044525799948266157*I)*\exp((-$   
 $.12221861175407661528-.96922554735535484458e-1*I)*x)+(-$   
 $4.2780975664201831354+.10162235267069103677e-17*I)*\exp(-$   
 $.47676195693903560039*x)-$   
 $(1.4905101171835396159+5.9044525799948266143*I)*\exp((-$   
 $.12221861175407661528+.96922554735535484458e-$   
 $1*I)*x)+(4.4605671856498524386+7.2956334157381119542*I)*\exp((-$   
 $.27363925542472445035+.11913212651801134130*I)*x)+(4.460567185$   
 $6498524384-7.2956334157381119536*I)*\exp((-$   
 $.27363925542472445035-$   
 $.11913212651801134130*I)*x)+(.92575128659540306437e-1-$   
 $.24966100152583788345e-18*I)*\exp(-.54605599380127702659*x)-$   
 $(1.8734417503241238189+.87513571991564134626e-18*I)*\exp(-$   
 $.40646731490208524166*x)+132.11885005115214100, (-$   
 $4.5230715083330842698+2.4048621487833467020*I)*\exp((-$   
 $.12221861175407661528-.96922554735535484458e-$   
 $1*I)*x)+(1.7640848706690456631-.41904246475184920328e-$   
 $18*I)*\exp(-.47676195693903560039*x)-$   
 $(4.5230715083330842696+2.4048621487833467005*I)*\exp((-$   
 $.12221861175407661528+.96922554735535484458e-$   
 $1*I)*x)+(3.5291640033901802341-6.0038864475472659894*I)*\exp((-$   
 $.27363925542472445035+.11913212651801134130*I)*x)+(3.529164003$   
 $3901802338+6.0038864475472659890*I)*\exp((-$   
 $.27363925542472445035-.11913212651801134130*I)*x)+(-$   
 $.30302283965722669716e-1+.81720637853232087801e-19*I)*\exp(-$   
 $.54605599380127702659*x)+(1.0489204916266016900+.4899793598680$   
 $6130441e-18*I)*\exp(-$   
 $.40646731490208524166*x)+69.205111931555883388, (-$   
 $5.7703482558802813679-4.1553328533332427187*I)*\exp((-$   
 $.12221861175407661528-.96922554735535484458e-1*I)*x)+(-$   
 $.86259956495500096675+.20490275371815141251e-18*I)*\exp(-$   
 $.47676195693903560039*x)+(-$   
 $5.7703482558802813659+4.1553328533332427194*I)*\exp((-$   
 $.12221861175407661528+.96922554735535484458e-1*I)*x)+(-$   
 $6.5033778169958343173+1.2140355286004630544*I)*\exp((-$   
 $.27363925542472445035+.11913212651801134130*I)*x)-$   
 $(6.5033778169958343168+1.2140355286004630545*I)*\exp((-$   
 $.27363925542472445035-$   
 $.11913212651801134130*I)*x)+(.12086877140057872889e-1-$   
 $.32596464037380772039e-19*I)*\exp(-.54605599380127702659*x)-$   
 $(.66536922368801675611+.31081210530361156985e-18*I)*\exp(-$   
 $.40646731490208524166*x)+61.063334057255191218, (-$   
 $.91475425591909055852-1.7998604323674979053*I)*\exp((-$   
 $.12221861175407661528-.96922554735535484458e-$   
 $1*I)*x)+(.31035839856581241803-.73722840920987474668e-$   
 $19*I)*\exp(-.47676195693903560039*x)+(-$   
 $.91475425591909055794+1.7998604323674979052*I)*\exp((-$   
 $.12221861175407661528+.96922554735535484458e-1*I)*x)+(-$

$$\begin{aligned}
& .35516437020683134206 + 3.1669763572580849324 * I) * \exp((- \\
& .27363925542472445035 + .11913212651801134130 * I) * x) - \\
& (.35516437020683134198 + 3.1669763572580849321 * I) * \exp((- \\
& .27363925542472445035 - .11913212651801134130 * I) * x) + (- \\
& .30722059487885332331e-2 + .82852708408214369270e-20 * I) * \exp(- \\
& .54605599380127702659 * x) + (.41384124210155710019 + .1933165273351 \\
& 4180777e-18 * I) * \exp(- \\
& .40646731490208524166 * x) + 11.818709817533262816, (- \\
& .25974166503699780762 - 1.0511304178363123048 * I) * \exp((- \\
& .12221861175407661528 - .96922554735535484458e- \\
& 1 * I) * x) + (1.1287893839681422212 - .26813374657214655019e- \\
& 18 * I) * \exp(-.47676195693903560039 * x) + (- \\
& .25974166503699780733 + 1.0511304178363123047 * I) * \exp((- \\
& .12221861175407661528 + .96922554735535484458e- \\
& 1 * I) * x) + (.76365481006335054564 + 2.3931031644216716800 * I) * \exp((- \\
& .27363925542472445035 + .11913212651801134130 * I) * x) + (.7636548100 \\
& 6335054562 - 2.3931031644216716798 * I) * \exp((- \\
& .27363925542472445035 - \\
& .11913212651801134130 * I) * x) + (.11667901114303657511 - \\
& .31466549602265018863e-18 * I) * \exp(- \\
& .54605599380127702659 * x) + (.71281039255342971327 + .3329731687375 \\
& 2391311e-18 * I) * \exp(- \\
& .40646731490208524166 * x) + 5.0338949222826860143, \\
& (.44406673213926211080e-2 - .49968865662098501540 * I) * \exp((- \\
& .12221861175407661528 - .96922554735535484458e- \\
& 1 * I) * x) + (8.7435111717980163027 - .20769422905520417157e- \\
& 17 * I) * \exp(-.47676195693903560039 * x) + (.44406673213926212264e- \\
& 2 + .49968865662098501532 * I) * \exp((- \\
& .12221861175407661528 + .96922554735535484458e- \\
& 1 * I) * x) + (1.2598222564371294005 + 1.2399378950553383968 * I) * \exp((- \\
& .27363925542472445035 + .11913212651801134130 * I) * x) + (1.259822256 \\
& 4371294004 - 1.2399378950553383967 * I) * \exp((- \\
& .27363925542472445035 - .11913212651801134130 * I) * x) + (- \\
& .45601495641082530067 + .12298027815547114112e-17 * I) * \exp(- \\
& .54605599380127702659 * x) + (1.3717757650739979893 + .6407938605634 \\
& 0762855e-18 * I) * \exp(- \\
& .40646731490208524166 * x) + 1.8122021720217669651]); \\
f := x \rightarrow & [(4.4143558108695723971 + 6.6276509272076090424 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& + (11.412336787943738879 - .27108977667182371792 \cdot 10^{-17} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& + (4.4143558108695723948 - 6.6276509272076090423 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} - \\
& (11.530114975794592334 - .67108175873615390969 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} - \\
& (11.530114975794592333 + .67108175873615390983 I)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& - (.31110426862962900434 - .83900075981187590043 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& + (3.6807007031164339018 + .17193556506672937927 \cdot 10^{-17} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 277.44958510741949610, -(1.4905101171835396147 - 5.9044525799948266157 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& - (4.2780975664201831354 - .10162235267069103677 \cdot 10^{-17} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& - (1.4905101171835396159 + 5.9044525799948266143 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} + \\
& (4.4605671856498524386 + 7.2956334157381119542 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} + \\
& (4.4605671856498524384 - 7.2956334157381119536 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& + (.092575128659540306437 - .24966100152583788345 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& - (1.8734417503241238189 + .87513571991564134626 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 132.11885005115214100, -(4.5230715083330842698 - 2.4048621487833467020 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& + (1.7640848706690456631 - .41904246475184920328 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& - (4.5230715083330842696 + 2.4048621487833467005 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} + \\
& (3.5291640033901802341 - 6.0038864475472659894 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} + \\
& (3.5291640033901802338 + 6.0038864475472659890 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& - (.030302283965722669716 - .81720637853232087801 \cdot 10^{-19} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& + (1.0489204916266016900 + .48997935986806130441 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 69.205111931555883388, -(5.7703482558802813679 + 4.1553328533332427187 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& - (.86259956495500096675 - .20490275371815141251 \cdot 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& - (5.7703482558802813659 - 4.1553328533332427194 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} - \\
& (6.5033778169958343173 - 1.2140355286004630544 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} -
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (6.5033778169958343168 + 1.2140355286004630545 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& + (.012086877140057872889 - .32596464037380772039 10^{-19} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& - (.66536922368801675611 + .31081210530361156985 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 61.063334057255191218, -(.91475425591909055852 + 1.7998604323674979053 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& + (.31035839856581241803 - .73722840920987474668 10^{-19} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& - (.91475425591909055794 - 1.7998604323674979052 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} - \\
& (.35516437020683134206 - 3.1669763572580849324 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} - \\
& (.35516437020683134198 + 3.1669763572580849321 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& - (.0030722059487885332331 - .8285270840821436927010 10^{-20} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& + (.41384124210155710019 + .1933165273351418077710 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 11.818709817533262816 - (.25974166503699780762 + 1.0511304178363123048 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& + (1.1287893839681422212 - .26813374657214655019 10^{-18} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& - (.25974166503699780733 - 1.0511304178363123047 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} + \\
& (.76365481006335054564 + 2.3931031644216716800 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 + .11913212651801134130 I) x)} + \\
& (.76365481006335054562 - 2.3931031644216716798 I) \\
& e^{((-27363925542472445035 - .11913212651801134130 I) x)} \\
& + (.11667901114303657511 - .31466549602265018863 10^{-18} I) e^{(-.54605599380127702659 x)} \\
& + (.71281039255342971327 + .33297316873752391311 10^{-18} I) e^{(-.40646731490208524166 x)} \\
& + 5.0338949222826860143, (.0044406673213926211080 - .49968865662098501540 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 - .096922554735535484458 I) x)} \\
& + (8.7435111717980163027 - .20769422905520417157 10^{-17} I) e^{(-.47676195693903560039 x)} \\
& + (.0044406673213926212264 + .49968865662098501532 I) \\
& e^{((-12221861175407661528 + .096922554735535484458 I) x)} + \\
& (1.2598222564371294005 + 1.2399378950553383968 I)
\end{aligned}$$



```

9.2806890715793638853    + .15718270390232899889    10-18 I,
4.0178560607202928907    + .57173182440510335653    10-19 I,
2.2087406196232673452    + .2364184243174932637    10-20 I]

> evalf(f(10));
[ 281.66532338555391610    - .58691433190582077750    10-18 I,
  133.75761392767653314    + .3913792410774191124    10-20 I,
  69.790207447755618100    + .31675966831048995442    10-18 I,
  56.643796465577042118    + .56452521804783788390    10-18 I,
  10.250849679957399386    + .12835419625138518687    10-18 I,
  4.2076059034910312599    + .64378985130983609842    10-19 I,
  1.5781143549885660736    + .26229639881018600845    10-19 I]

> evalf(f(12));
[ 280.95806222698587093    - .51571008008524775425    10-18 I,
  133.82450809264538685    - .11702043323675329092    10-18 I,
  69.892899238226895436    + .11284785359400564826    10-18 I,
  58.080847676864013460    + .46758660837505305468    10-18 I,
  10.654275869468639823    + .11408396313739886389    10-18 I,
  4.3808332630994708241    + .54086853193622415716    10-19 I,
  1.5610433457156692899    + .21633846644612599989    10-19 I]

> evalf(f(20));
[ 278.31592671273560214    - .19147803848275570886    10-18 I,
  133.09792231763210910    - .14246246772053887616    10-18 I,
  69.890402373095957072    - .36854096385254843366    10-19 I,
  60.782652044509970087    + .13890779566871965772    10-18 I,
  11.568268602194968388    + .49057131874249414088    10-19 I,
  4.8616627263609816400    + .25592460657610559301    10-19 I,
  1.7171781411918445773    + .13201106519867049128    10-19 I]

```